سلسلة علماء عباقرة

مايكل فارادي

الفيزياء والإيمان

تأليف
كولن أيه روسل

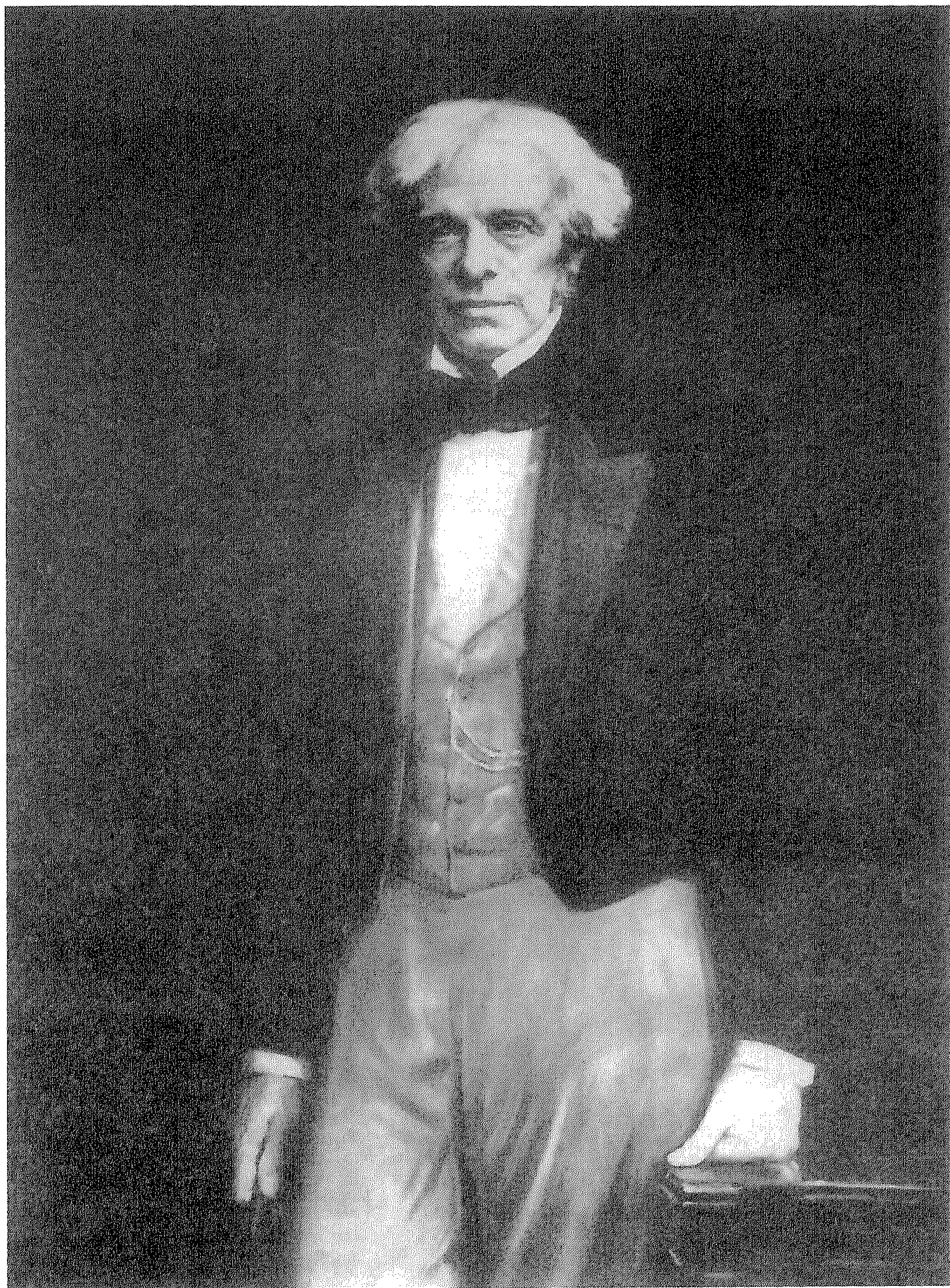
تعريب
محمد خالد شاهين



مكتبة العبيكان

مايكل فارادي

الفيزياء والإيمان



مايكل فارادي

الفيزياء والإيمان

تأليف

كولن أيه روسل

تعريب

محمد خالد شاهين

مكتبة العبيكان

Original title:
Michael Faraday
Physics and Faith
by:
Colin A. Russell

ISBN 0-19-511763-8 (lib)

الرياض 11595، المملكة العربية السعودية، شمال طريق الملك فهد مع تقاطع العروبة، ص. ب. 62807

Obeikan Publishers, North King Fahd Road, P.O. Box 62807, Riyadh 11595, Saudi Arabia

الطبعة العربية الأولى 1425هـ ـ 2004م
ISBN 9960 - 40 - 574 -5

ح مكتبة العبيكان، 1425هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

روسل، كولن إيه
مايكل فارادي الفيزياء والإيمان. / كولن إيه روسل؛ محمد خالد شاهين. - الرياض، 1425هـ
168 ص؛ 16,5 × 24 سم
ردمك: 5 - 574 - 40 - 9960

1ـ فارادي، مايكل 2ـ الفيزيائيون.
أ. شاهين، محمد خالد (مترجم) ب. العنوان
ديوي: 925,3 1425 / 1142

رقم الإيداع: 1425 / 1142
ردمك: 5- 574 - 40 - 9960 ISBN

المحتوى

1. **مسرح العلم** 7

عقل نيّر 13

2. **جذور فارادي** 15

3. **التدرب على تجليد الكتب في لندن** 25

4. **المؤسسة الملكية** 43

5. **أولى التجارب في الكيمياء** 59

الثورة الكيميائية الأولى 62

6. **أولى الأبحاث في الكهرومغنطيسية** 75

أنواع مختلفة من المغانط 78

7. **الكيمياء والتواصل** 91

التاريخ الكيميائي للشمعة 100

8. **التعمق في الكهرباء والمغنطيسية** 109

9. **الكهرومغنطيسية «الخوض في الحقول العجائبية»** 133

10. **نهاية المطاف** 145

FOUR LECTURES

being part of a Course on

The Elements of

CHEMICAL PHILOSOPHY

Delivered by

SIR H. DAVY

LLD. Sec RS. FRSE. MRIA. MRI. &c &c.

AT THE

Royal Institution

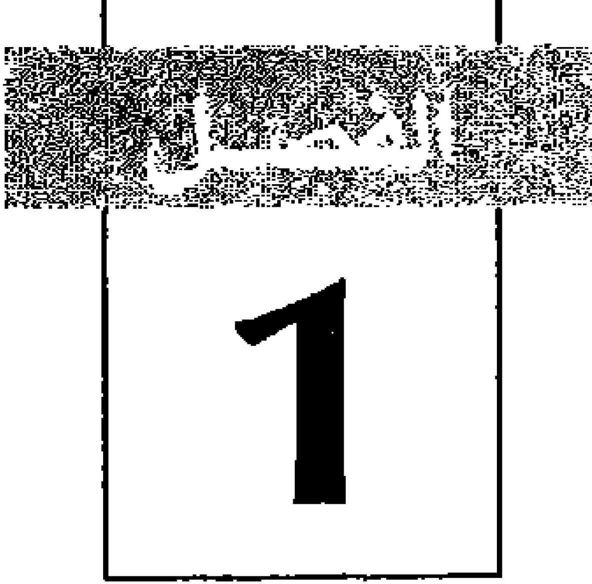
And taken off from Notes

BY

M. FARADAY

1812

صفحة غلاف دفتر ملاحظات مايكل فارادي والتي دونها خلال حضوره لسلسلة محاضرات في الكيمياء للسير همفري ديفي في عام 1812. ومن حسن الحظ أن أحداً لم يتلف دفاتر ملاحظاته الأصلية.



مسرح العلم

احتشد الناس في إحدى أمسيات شهر شباط من عام 1812 في شارع يقع في قلب الشطر الغربي من لندن، وكان اهتمامهم منصباً على البناء رقم 21 من شارع ألبيمارل، مقر المؤسسة الملكية البريطانية المرموقة. وسرعان ما أغراهم الدفء داخل المبنى بالدخول نظراً لبرودة طقس تلك الليلة. وتدافعت العربات سعياً للوقوف أمام الأبواب الأمامية، كما كانت حركة المرور كثيفة إلى درجة دفعت بالسلطات إلى تحويل الشارع إلى شارع وحيد الاتجاه في بادرة غير مسبوقة، ربما كانت الأولى في العالم. حيث سمح لحركة المرور بالتوجه من الجنوب إلى الشمال فقط اعتباراً من البيكاديلي، كما هو معمول به اليوم. واصطف الرجال والنساء وربما بعض الأطفال أيضاً في أرتال داخل البهو وفي الأدوار التي تعلوه. وكان

مبتغاهم مدرَّج المحاضرات الكبير الذي بني على شكل نصف دائرة ويتسع إلى 900 شخص بمقاعده الخضراء التي توفر نظارة ممتازة على طاولة المحاضرة، وقد وضع عليها تشكيلة من الأدوات العلمية الرائعة. وازدادت حدة الإثارة مع اقتراب لحظة فتح الأبواب وراء الطاولة لدخول المحاضر. وكان معظم الحضور منشغلاً، بانتظار بدء المحاضرة، بمراقبة الآخرين وسلوكهم باهتمام بالغ. لذا كان الحدث مناسبة اجتماعية بكل ما لهذه الكلمة من معنى يرغب المرء فيها بالظهور ومشاهدة الآخرين.

وكانت قوائم المشتركين أو الأعضاء في كل عام تضم أشخاصاً مرموقين من النبلاء، كما كان بالإمكان في بعض الأحيان مشاهدة أفراد من الأسرة الملكية في الصف الأمامي. وقد تميز الحدث هذه المرة بجدية أكبر. إذ قدِم الناس للاستماع إلى محاضرة يلقيها أحد خطباء لندن المفضلين، على الرغم من أنها كانت تتمحور حول العلم وليس السياسة. وكان خطيب تلك الليلة همفري ديفي، وهو شاب سبق أن أذهل الحضور قبل أحد عشر عاماً، في عام 1801، بعرضه التطبيقات العلمية الحديثة القائمة منها والمستقبلية. واتسعت شهرته مع حلول عام 1812، حين صار حضور محاضرات ديفي في المؤسسة الملكية نشاطاً اجتماعياً رفيعاً مماثلاً لحضور سباق الخيول في إبسوم، أو حفلة في الهواء الطلق بقصر باكينغهام. ولم يكن يتوجب على الراغب بالحضور أن يكون عالماً، إذ كان يمكن أن يكون شاعراً. إذ كان ديفي، على سبيل

المثال، صديقاً لكل من ويليام وردسورث وصموئيل تايلور كولريدج، وكان يكتب الشعر مثلهما ويشاطرهما تبجيلهما للطبيعة. وقد صرح كولريدج بأن غايته من حضور محاضرات ديفي «تجديد مخزوني من الاستعارات»، كما كان هناك عدد غير قليل من النساء اللواتي شعرن بأن عيونه المتلألئة تصلح لأمر أفضل من التحديق بالبواتق.

وكان ديفي المحاضر المكلف إحياء ليلة التاسع والعشرين من شباط عام 1812. وكان عنوان المحاضرة «مادة إشعاعية»، وكانت الأولى من أربع محاضرات جاءت متممة لسلسلة أطول في مجال الكيمياء كان ديفي قد بدأها العام السابق. وقد حظيت محاضرته كالمعتاد بتصفيق حاد، ثم افترقت نخبة المجتمع اللندني لتتوجه إلى واجباتها الاجتماعية التالية (عشاء على الأرجح)، في حين تلاشى الآخرون في عتمة الليل الشتوي. لقد حاد الهدف من تلك الأمسيات عن الغايات الأصلية لمؤسسي المؤسسة الملكية (الترويج للكيمياء الزراعية). ويمكن أن يُغفر لمن يعتقد أن العمال والحرفيين قد أُبعدوا بصورة مقصودة عن هذا المشروع، إذ كان للمبنى الأصلي درج منفصل يصل مباشرة بين الشارع وصالة عرض مخصصة للحرفيين. لكن هذا النوع من التعليم الموجه للفئات الاجتماعية الأدنى كان يبعث على الاستياء، وقد هُدم ذاك الدرج بتكلفة كبيرة. وكان في ذلك بادرة رمزية لتبديد الظنون التي سادت طوال عقود بأن المؤسسة الملكية تحصر اهتمامها بالأغنياء وأصحاب النفوذ فقط. ومع ذلك

كان هناك في تلك الليلة، شاب يافع ينتمي إلى عائلة فقيرة يجلس في أعلى الصالة تحت ساعة الحائط مباشرة، بعيداً عن من يكبره سناً ويعلوه منزلة، وكان قد تمكن بأعجوبة من الحصول على بطاقات لحضور محاضرات همفري ديفي الأربعة الأخيرة. وقد توجب عليه الدخول من الأبواب الرئيسية، إلا أن أحداً لم يلحظه على الأرجح حين صعد وحيداً ليجلس في مقعده الشامخ. وكان اسم ذاك الشاب مايكل فارادي إلا أن أحداً لم يكن يعرفه هناك. وعندما بدأ ديفي بإلقاء محاضرته كان اهتمام مايكل مقصوراً على متابعة المحاضرة، وعلى تدوين ملاحظات وافرة كما اعتاد أن يفعل. وعند نهاية العرض انسحب خارجاً بهدوء، ثم عكف في الأيام اللاحقة على كتابة المحاضرة مع مراعاة أدق تفاصيلها، كما فعل من قبل في محاضرات أخرى.

ولعل بعض المواظبين على حضور المحاضرات، لاحظوا في المحاضرة الرابعة ذاك الشخص المنعزل الجالس تحت الساعة، لكن لم يكن بمقدور أحد منهم أن يتصور أن مدرج المحاضرات هذا سيمتلئ بعد أقل من عشرين سنة بجمهور تواق للاستماع إلى مايكل فارادي. لقد كانت طريقته في إجراء التجارب العملية رائعة، شأنه في ذلك شأن سلفه، كما حماسه وقدرته على التواصل. إلا أن كثيراً من جوانب الاختلاف عن سابقه قد تجلت، فالمنزلة الاجتماعية لم تعد بالرغم من استمرار وجودها، السمة المميزة للحدث. فقد أقبل اليافعون على المشاركة

بأعداد متزايدة، بل وأضحوا مستهدفين بصورة خاصة من خلال المحاضرات الموجهة لهم. وإذا كان فارادي يفتقد نوعاً ما إلى البراعة الشعرية مقارنة مع ديفي، فإنه كان يعوضها ويزيد بحس الدعابة والوداد الذي يمتاز بهما. وصار فارادي مع بلوغه الأربعين من العمر عالماً له شهرة دولية بعد أن قام باكتشافات رئيسية ليس في مجال الكيمياء فحسب بل في الكهرباء والمغنطيسية أيضاً. إذ أمكن بفضل أعمال فارادي اختراع المحرك الكهربائي والدينامو. ولقد نجح فارادي في جعل المؤسسة الملكية أحد مراكز العلم الرائدة كما فعل ديفي من قبل. حيث حقق فيها بعض المحظوظين السمعة والشهرة من خلال اكتشافات علمية بالغة الأهمية دفعت إلى القول بأنه لم يشهد ميل مربع آخر في العالم مثل هذا التطور في العلم. كما اكتشف كثير من النساء والرجال من عامة الناس بفضلها عالماً جديداً كاملاً من المعرفة والتجربة، هو عالم العلوم حديثة العهد.

وبينما كان ديفي يبني سمعة له وللمؤسسة الملكية، تمكن من تخصيص وقت لإجراء بحوث في الكيمياء والتي تبين فيما بعد أنها على درجة عالية من الأهمية. ومن المرجح أن عمله الأساسي يتمثل في توحيد الكيمياء والكهرباء وهو علم جديد يقع على الحدود بين الكيمياء التقليدية والفيزياء. وكانت المواد الكيماوية تخضع في الكيميائية الكهربائية إلى تأثير تيار كهربائي، إذ كان يُنظر إلى القوى الفعلية التي تجعل جزيئات جسم مركب

متماسكة، على أنها نوع من التجاذب الكهربائي. وكان الناتج العملي لهذا التأثير هو عزل طيف من المعادن الجديدة كالصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والباريوم والسترنتيوم. وصار ديفي بحلول عام 1812 أمين سر الجمعية الملكية وكان قد قدّم ما لا يقل عن خمسة من محاضرات جائزة بيكر المرموقة، كما حاز على ميدالية كوبلي التي تمنحها الجمعية. وحصل أيضاً في نيسان على وسام الشرف، وذلك قبل يومين من محاضرته الأخيرة وخمسة أيام من زواجه من أرملة غنية.

ويمكن القول بأن السير همفري ديفي قد أطلق في تلك المحاضرة عام 1812 عن غير عمد، سلسلة من الأحداث قادته إلى اكتشاف أكثر روعة مما حققه في مختبره، ألا وهو التعرف إلى شخص يملك طاقة علمية هائلة. ويعتقد كثير من المراقبين أن أعظم اكتشافات همفري ديفي كان في الواقع مايكل فارادي.

وكان مقدراً لهذا الشاب أن يبدأ سيرة مهنية باهرة في مجال العلم، سمحت له بأن يصبح أسطورة حتى في أيامه.

إضافةً إلى ذلك حظي إيمانه الديني ومجموعة نشاطاته باهتمام كبير إلى جانب حياته العائلية ولقاءاته البهيجة مع صغار السن من أفراد عائلته الموسعة.

إن تلخيص حياته ليس بالأمر السهل. ولكن يمكننا من وجهة نظر موضوعية أن ندافع عن الرأي بأن مايكل فارادي يحتل أحد المراكز الثلاث أو الأربع الأولى لأعظم العلماء التجريبيين عبر التاريخ.

عقل نيّر

كان فارادي سريع الخاطر، وكان تفكيره مُجهداً إلى درجة تصعب معها مجاراته. وكان كثيراً ما يفكر بمواضيع عدة في آنٍ واحد. وكان يمكن لأي أسبوع من حياته أن يتضمن إجراء تحاليل كيميائية وأبحاث في الكهرباء والقيام باستشارات صناعية وإلقاء محاضرات عامة. وقد لازمه الحماس الذي أظهره وهو في التاسعة عشر من عمره طيلة مسيرته المهنية، وهو ما نستشفه من المقتطف التالي من رسالة خطها إلى صديقه بنجامين آبوت يصف فيها تجواله على قدميه في ليلة باردة وعقله منشغل بالتفكير في مسألة علمية.

كان عقلي غارقاً بعمق في هذا الموضوع، وكان على وشك أن يوقع نفسه في إرباك عندما طُلب إليه فجأة العناية بالجسد بلفتة قلبية وعاطفية فعالة من قبل المطر الغزير. وقد أعطى ذلك منعطفاً جديداً لأفكاري، وبقي فكري اعتباراً من ذاك المكان وحتى جسر بلاكفريارز مشغولاً بشدة بالقذائف والقطوع المكافئة. ثم هب الهواء على وجهي عند الجسر فوجه انتباهي بشدة إلى ميل الأرضية. وعندها رأيت سطوحاً مائلةً من حولي ثم توضحت هذه النقطة أكثر عندما وصلت إلى الطرف الآخر من الجسر، حيث تمكنت من مواصلة سيري بطريقة هادئة ولطيفة وسلسة لثلاثة أو أربعة أقدام. هذه الحركة التي يطلق عليها بالعامية الانزلاق قادتني إلى مسألة الاحتكاك وإلى أفضل طريقة لتخفيضه، وتابعت في هذا التصور الذهني من دون مقاطعة، أو مع قليل منها، لفترة من الزمن باستثناء إجرائي لبعض التجارب الواقعية والعرضية ذات الصلة بالموضوع الذي بين يدي أو بالأحرى في ذهني.



كان مصلى حديقة بول المكان الذي كان يجتمع فيه المسيحيون الساندمانيون. وقد واظب مايكل فارادي طوال سنوات كثيرة على الحضور وصار في نهاية الأمر أحد زعماء الكنيسة الساندمانية.

الفصـل

2

جذور فارادي

تعود جذور فارادي إلى منطقة في إنكلترة كانت منبت كثير من خيرة العلماء البريطانيين في النصف الأول من القرن التاسع عشر، وهي ليست أكسفورد ولا كامبردج ولا لندن بالطبع، بل ذاك الشطر من إنكلترة الذي يشمل الأجزاء الشمالية من لانكاشاير، ومقاطعة وستمورلاند القديمة، والشمال الغربي من يوركشاير. وقد كانت منطقة برية مقفرة تحدها البنينز من الشرق وجبال الكامبريان من الشمال الغربي. ولم يوجد فيها من البلدات سوى لانكستر وكندال وسيدبرغ وكيركباي ستيفن، ومازالت على هذا الحال حتى الآن. إلا أن أصول الجيولوجي آدم سدغويك، والكيميائيين جون دالتون وإدوارد فرانكلاند، ورائد علم الكهرباء ويليام سترجيون، وعالمي التشريح ويليام ترنر وريتشارد أوين، والمهندسين جيمس مانسرغ

وروبرت راولينسون وعالم الرياضيات والفيلسوف ويليام ويول، الذي أصبح عميد كلية ترينتي في جامعة كامبردج، تعود إلى ذلك الموطن البائس.

وقد أُطلق على رجال العلم أولئك وآخرين كثر اسم «ذرية الشمال المثابرة» ويبدو أن قسوة المناخ ووعورة الأرض أسهمت في تعزيز نوع من الجَلد اللازم لطلب العلم. وتمتعت تلك المناطق النائية، والبعيدة جداً عن لندن، أيضاً باستقلال شديد في الرأي. وكانت منازلها تطل مباشرة على ظواهر طبيعية مدهشة كالجبال، والشلالات والكهوف إلى جانب حياة برية وافرة. ومن الثابت أن تلك الظواهر قد شجعت كثيراً من اليافعين على استكشاف أسرار الطبيعة بصورة أشد تعمقاً.

ومع أن مايكل فارادي لم ير النور في تلك المنطقة، لكنه علم أن عائلته قد استوطنت هناك منذ أجيال كثيرة. وقد ولد بعد أسابيع قليلة فقط من هجرة عائلته أرض الأجداد واستقرارها في لندن. وعاش أهله حتى هجرتهم في مكان ناءٍ عديم الأهمية يدعى أوتجيل، لم يسمع به من قبل أحد من جيرانهم الجدد في العاصمة. فهو يقع في الريف المقفر قريباً من الحد الفاصل بين المقاطعتين الإنكليزيتين الشماليتين يوركشاير ووستمورلاند.

توجد في تلك المنطقة سلسلتان من الجبال الممتدة من الشمال إلى الجنوب تقريباً، يعرف الجانب الشرقي منها باسم جبال مالرستانغ، والجانب الغربي باسم جبال

هاوجيلز. ويوجد بينهما وادٍ ناءٍ ينبع في أعلاه نهر إيدن، الذي يجري باتجاه الشمال ليصل بعد أميال كثيرة إلى تخوم مدينة كارليسل ثم يتابع ليصب في البحر عند سولوي فيرث. وما يزال الإقليم الجبلي غير مأهول عموماً باستثناء بعض المزارع المتفرقة، ويمر الخط الحديدي الشهير الذي يصل بين سيتل وكارليسل، منذ السبعينات من القرن الثامن عشر، في وادي نهر إيدن. أما اليوم فلا يعكر الهدوء الذي يسود ريفاً يبعث على البهجة في الصيف وعلى الرهبة في الشتاء، سوى عدد قليل من القطارات. ويمكن من على متن القطار المتجه إلى كارليسل رؤية جبال مالرستانغ شامخة إلى الشرق، وإلقاء نظرة خاطفة عند سفوحها على عدد قليل من المباني المبعثرة، التي سرعان ما تختفي عند دخول القطار النفق. وتشكل تلك المجموعة الصغيرة من المباني قرية أوتجيل الصغيرة موطن عائلة فارادي.

تقع أوتجيل في منطقة تاريخية مهمة، إذ توجد على بعد ميل منها شمالاً أوابد تُعرف باسم قلعة بندراغون، والتي يُزعم أنها كانت مقر أوثر والد الملك آرثر. وكانت الحدود الفعلية بين إنكلترة واسكتلندة، فيما مضى، تبعد ميلاً أو ميلين من أوتجيل. وكان المنفذ الوحيد إلى أوتجيل، في عهد عائلة فارادي، طريق تبدأ من بلدة كيركباي ستيفن التجارية الصغيرة، على بعد خمسة أميال شمالاً، وتعبر الجبال باتجاه الوديان الصغيرة جنوباً ثم تدخل مقاطعة يوركشير عند جسر هلجيل. وكان هذا

الممر الذي يبعد بضعة مئات من الياردات عن القرية الصغيرة غرباً، صلة الوصل القديمة مع اسكتلندة وتقاد عبره المواشي وصولاً إلى لندن، أي على بعد نحو 300 ميل جنوباً. وكانت تسلك هذه الطريق أيضاً خيول كثيرة يحمل بعضها ركاباً ويجر البعض الآخر أحمالاً ثقيلة من مناجم الرصاص القريبة التي كانت في ذروة نشاطها آنذاك. كما كانت تلك الطريق سبيل الوصول إلى معرض أيلول الكبير الذي كان يقام شمال كيركباي ستيفن. وكانت تلك الخيول مورد رزق جيمس فارادي، والد مايكل، الذي عمل حداداً.

تقع مزرعة ديبجيل في الطرف الآخر من الوادي قبالة أوتجيل، حيث عملت مارغريت هاستويل خادمة. ومارغريت هي الأخت الصغرى لماري فارادي زوجة ريتشارد شقيق جيمس. ولعل جيمس قد تعرف إلى مارغريت أثناء زياراته لأخيه وزوجته، وعقد في عام 1786 قران آخر ربط بين عائلتي فارادي وهاستويل، بعد تسع سنوات من المصاهرة الأولى، غدت مارغريت بموجبه زوجة جيمس فارادي. ورزقا في أوتجيل طفلين هما إليزابث وروبرت.

اتسمت الحياة في تلك الأماكن بالقسوة والرهبة على الدوام، إلا أنها كانت ازدادت ضراوة في تلك الحقبة. ومن المؤكد أن تطلعات العائلة ومواقفها قد تشكلت نتيجة تلك الظروف المحيطة، وأن أثرها امتد لأجيال.

ولعل مايكل قد ورث بعضاً من الصفات التي ميزت الشمال الإنكليزي في ذاك الوقت، ومنها المثابرة والعناد الضروريان للبقاء في بيئة مالرستانغ القاسية وجبال وايلد بور ومحيطهما. وما يزال ذاك العناد جلياً من خلال الإصرار على بناء جدران غير مُطليّة ومنازل قوية الدعائم قادرة على الصمود في وجه الرياح العاتية التي تصفر فوق الجبال وعلى الأخص تلك التي تدعى «الهلم». ويمكن تلمس ذلك العناد من خلال المثابرة التي أظهرها فارادي في مختبره، حيث واظب على العمل ساعات كثيرة يومياً، ولعدة أيام من دون انقطاع، في مواجهة صعاب مجهولة وهائلة. لم يقتصر إرث فارادي من عائلته الشمالية على المثابرة والتصميم، بل شمل أيضاً احترام العمل اليدوي الشاق الذي تجلى يومياً في الحدادة وتقديره. ولم ير فارادي في مثل ذلك العمل المضني وغير الخلاّق شيئاً مخزياً، كما اعتقد كثير من علماء الفلسفة الطبيعية. وقد أعرب مراراً عن حبه واحترامه لوالده ولكل ما كان يقوم



كانت مارغريت هاستويل والدة مايكل تعمل خادمة في هذا المنزل الريفي في مالرستانغ.

به في عمله. ولعله قد تعلم من الحدادة طريقة التعامل مع المواد وكيفية بناء الأفران وتشغيلها. لم يكن بوسع أحد تحقيق الإنجازات العلمية المذهلة التي قام بها فارادي من دون أسلوبه التجريبي الرائع، ومن المرجح أن جذوره الشمالية قد أسهمت أيضاً في تطوير ذاك الأسلوب وتشجيعه على المضي قُدماً عندما ينسحب الآخرون.

قد يكون حب الطبيعة أحد قيم أهل الشمال الأكثر ثباتاً. وقد اختلفت طبيعة مالرستانغ تبعاً للزمن من جميلة فقوية فمتنوعة فسخية فمثيرة فخطرة، فتوجب التأقلم معها وليس تذليلها حيث أنها أكثر بقاءً واستمراراً وثباتاً من البشر. وأسهم العامل الديني أيضاً في تشكيل القيم التي حملها جميع أفراد عائلة فارادي، وفي توجيه مجرى حياة أشهر أبنائها.

تقع كنيسة الأبرشية بالقرب من مركز كيركباي ستيفن، وقد عُقد فيها قران ريتشلرد فارادي على ماري هاستويل، ثم قران جيمس على شقيقتها مارغريت بعد ذلك بتسع سنوات. وكان لزاماً بموجب القانون إجراء جميع الزيجات في الكنيسة الإنكليزية. ومع ذلك كان يوجد بالقرب منها كنيسة صغيرة خاصة بأعضاء محليين في مجموعة مسيحية صغيرة يطلق عليهم الساندمانين، نسبة إلى مؤسسها روبرت ساندمان (الذي توفي عام 1777) وكانت تلك الكنيسة الصغيرة، وليس الكنيسة الأبرشية، الملاذ الروحي لكلتا عائلتي فارادي.

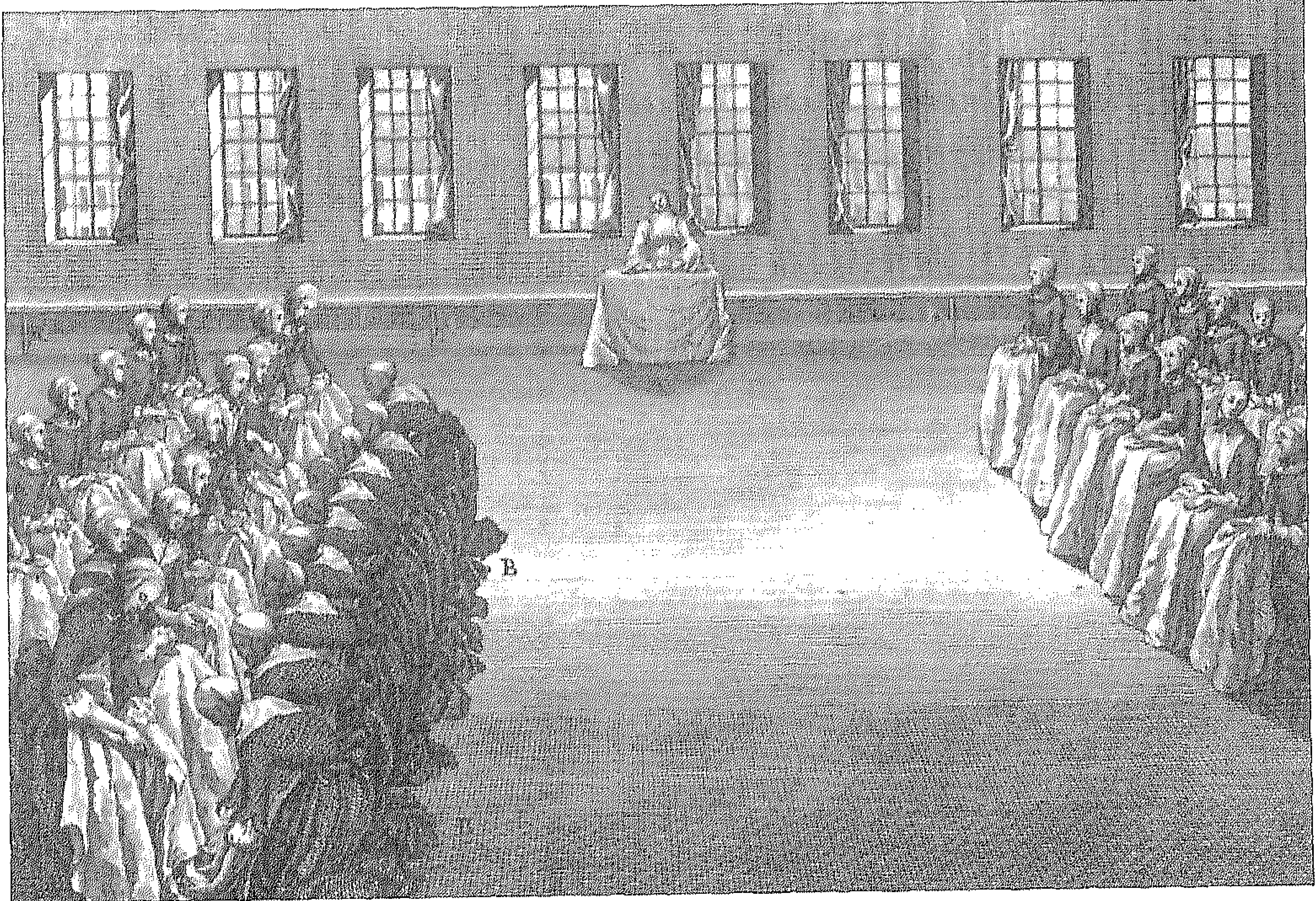
عرفت إنكلترة خلال القرن الثامن عشر إحياءات دينية وَجَد فيها كثير من الناس العاديين معنىً وصلةً وثيقةً بالإنجيل، لم يجدوهما في الطقوس الدينية الرسمية للكنيسة الإنكليزية. وحقق الواعظون جون وتشارلز وسلي وجورج وايتفيلد شهرة عالمية. لكنهم لم ينفردوا بذلك إذ كان هنالك آخرون كثر، جمعهم تقديس الإنجيل على أنه كلمة الله، والتسليم بأنه مرجع أسمى من كل التقاليد التي أرستها الكنائس الرسمية. وطرحت وحدة الكنيسة مع الدولة، التي جسدتها الكنيسة الإنكليزية طوال عقدين أو ثلاثة، مشكلة خاصة. إذ لم يكن ممكناً العثور على إشارة إلى هذا النوع من الترتيب في الإنجيل، وكان يطلق على الأشخاص الذين يمتنعون عن الخضوع للكنيسة الإنكليزية اسم المستقلين أو المنشقين. وكان أتباع بنجامين إنغام، القس السابق وصديق عائلة وسلي، أشهر المنشقين في شمال إنكلترة في منتصف القرن الثامن عشر.

كما قام جون غلاس، الذي كان وزيراً في الكنيسة المشيخية، بتأسيس حركة مماثلة في اسكتلندة. وحصلت الطائفة الغلاسية على زخم إضافي بفضل المؤلفات الدينية المهمة التي كتبها زوج ابنته روبرت ساندمان، وانضم الكثير من أتباع إنغام في عام 1760 إلى الساندمانية الناشئ. ومع تناقص أعداد الإنغاميين بصورة حادة ازدهر الساندمانيون وعلى الأخص في القسم الذي يقطنه أفراد عائلة فارادي.

كان لعائلة فارادي تقاليد متوارثة في الانشقاق الديني،

إذ انضم بادئ الأمر روبرت فارادي، جد مايكل، إلى المجموعة الدينية الصغيرة التي قادها إنغام ثم اصطحب أولاده الثلاثة الأوائل إلى الكنيسة الإنغامية الصغيرة في كيندال، التي تقع على بعد 25 ميل من منزله، من أجل تعميدهم. وعندما تحول (أو سيق) في عام 1760 عدد كبير من أعضاء تلك الطائفة إلى المذهب الساندماني القريب جداً من الإنغامي، انضم روبرت إلى «كلافام» الكنيسة الساندمانية في ونينغبانك. ونشأ أبناء روبرت فارادي على العبادة في تلك الكنيسة، وعلى دعوتها لتكريس سلطة الإنجيل ومتطلباتها الأخلاقية العالية. كما قلدوا أفعال السيد المسيح بحرفيتها بما في ذلك قيامه

طائفة من المسيحيين الألمان يمارسون غسل الأقدام، وهو طقس لتقليد قيام السيد المسيح بغسل أقدام أتباعه الأوائل. وقد مارست عدة مجموعات مسيحية ومنها الساندمانية في القرنين السابع عشر والثامن عشر هذا الطقس.



بغسل أقدام أتباعه ذات مرة. وتميز جميع الأعضاء بالتشبث بإيمانهم وبترجمته سلوكاً أخلاقياً واعتقاداً دينياً وولاءً للمجموعة، حتى في طريقة انتقاء أسماء الأولاد.

وعندما سئل مايكل فارادي، في مرحلة متأخرة من حياته، عن دينه أجاب: «أنا أنتمي إلى طائفة صغيرة جداً ومهمّشة تُعرف (أو لعلها غير معروفة) باسم الساندمانية. وأملنا مبني على الإيمان الذي يحمله السيد المسيح». وكان فارادي قد اعتنق دين والده وعمه الذي ازدهر آنذاك في ونينغبانك ثم في كيركباي ستيفن، وكان لهذا الإيمان آثار عميقة في كل مناحي حياته. ومن المؤكد أن ذاك الإيمان قد ترسخ طويلاً في عائلته خلال السنوات التي سبقت ولادته وما بعدها. وقد كوّن ذلك الإيمان روابط متينة، ولو أنها غير جلية، مع الأقارب على الرغم من البعد الذي نجم عن قرار جيمس فارادي المصيري بالتخلي عن محيط مالرستانغ المألوف، ونشد حياة جديدة في بيئة لندن المختلفة كلياً.

إن أسباب الهجرة المدهشة لعائلة فارادي ليست محددة يقيناً. إلا أنه من الثابت أن صحة جيمس فارادي لم تكن جيدة، وأن العمل الإضافي في بعض الأحيان، والنقص الحاد في الأعمال في البعض الآخر، قد أضر بصحته. كانت أوتجيل تتباهى بنزل قديم يدعى رأس الملك يستقطب المسافرين. ومن المرجح أن جيمس فارادي قد سمع أحاديثهم الشيقة عن العاصمة الرائعة،

فقرر أن يجرب حظه في شوارعها البراقة كما فعل الكثيرون من سكان الريف الإنكليزي. فبريطانية لم تعد منذ السبعينات من القرن السابع عشر قادرة على إنتاج ما يكفي من الحبوب لإطعام مواطنيها، ونجم عن ذلك نقص في الغذاء. ولعل العائلة قد أصابها شيء من اليأس بعد ولادة إليزابث وروبرت. وحين تبين لهما في عام 1791 أنهما سيرزقان طفلاً ثالثاً، حملهما ذلك على الأرجح على اتخاذ القرار بالرحيل. ومما لا شك فيه أن جيمس قد حظي بتشجيع من معارفه الساندمانيين في لندن، إذ انضم مع حلول 20 شباط إلى ملتقى رعايا الكنيسة الساندمانية في مصلى حديقة بول قرب باربيكان الواقعة في المدينة القديمة بلندن. وأقام متجراً في ضاحية نيونغتون باتز بالقرب من والورث في سري. وولد طفل جيمس ومارغريت الثالث في الثاني والعشرين من أيلول في المسكن الذي اتخذوه بالقرب من دكان الحدادة. وقد سمّي الطفل مايكل تيمّناً بجده لوالدته وفق العادات المتبعة لدى الساندمانيين.

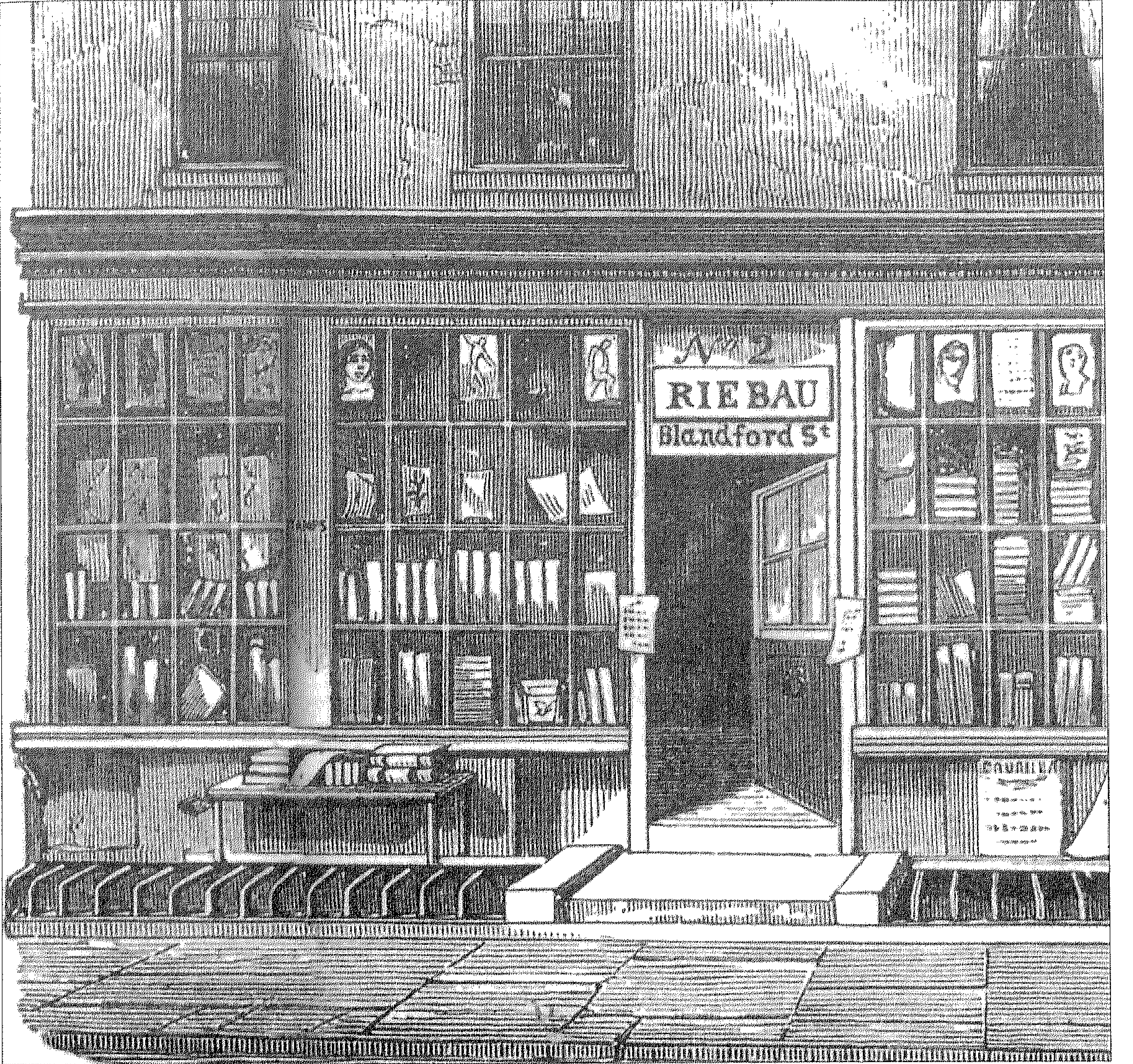
الفصل

3

التدرب على تجليد الكتب في لندن

لا نعلم سوى القليل عن طفولة مايكل فارادي المبكرة. ومن هذا القليل أن التعليم الرسمي الذي تلقاه كان متواضعاً على أبعد تقدير. إذ كتب ذات مرة: «كان التعليم الذي تلقيته بسيطاً، لم يتعد الأساسيات في القراءة والكتابة والحساب في مدرسة نهارية مجانية. وكنت أمضي بقية الوقت في المنزل والطرقات». حتى أننا لا نعلم اسم تلك المدرسة.

قد يعتقد البعض أن متاعب العائلة انتهت بانتقالها إلى لندن. لكن ذلك لم يتحقق حيث أن بريطانية كانت ما تزال تمر في ظروف صعبة. إذ اندلعت الثورة الفرنسية في عام 1789 ثم بدأت حروب نابليون في عام 1793. ونجم عن ذلك أزمة تجارية حادة زادت من صعوبة استيراد



امتهن مايكل فارادي حرفة تجليد الكتب في مكتبة ريبو الواقعة في الطرف الغربي من لندن، واكتشف الكثير عن العلم بفضل الكتب التي وقعت بين يديه.

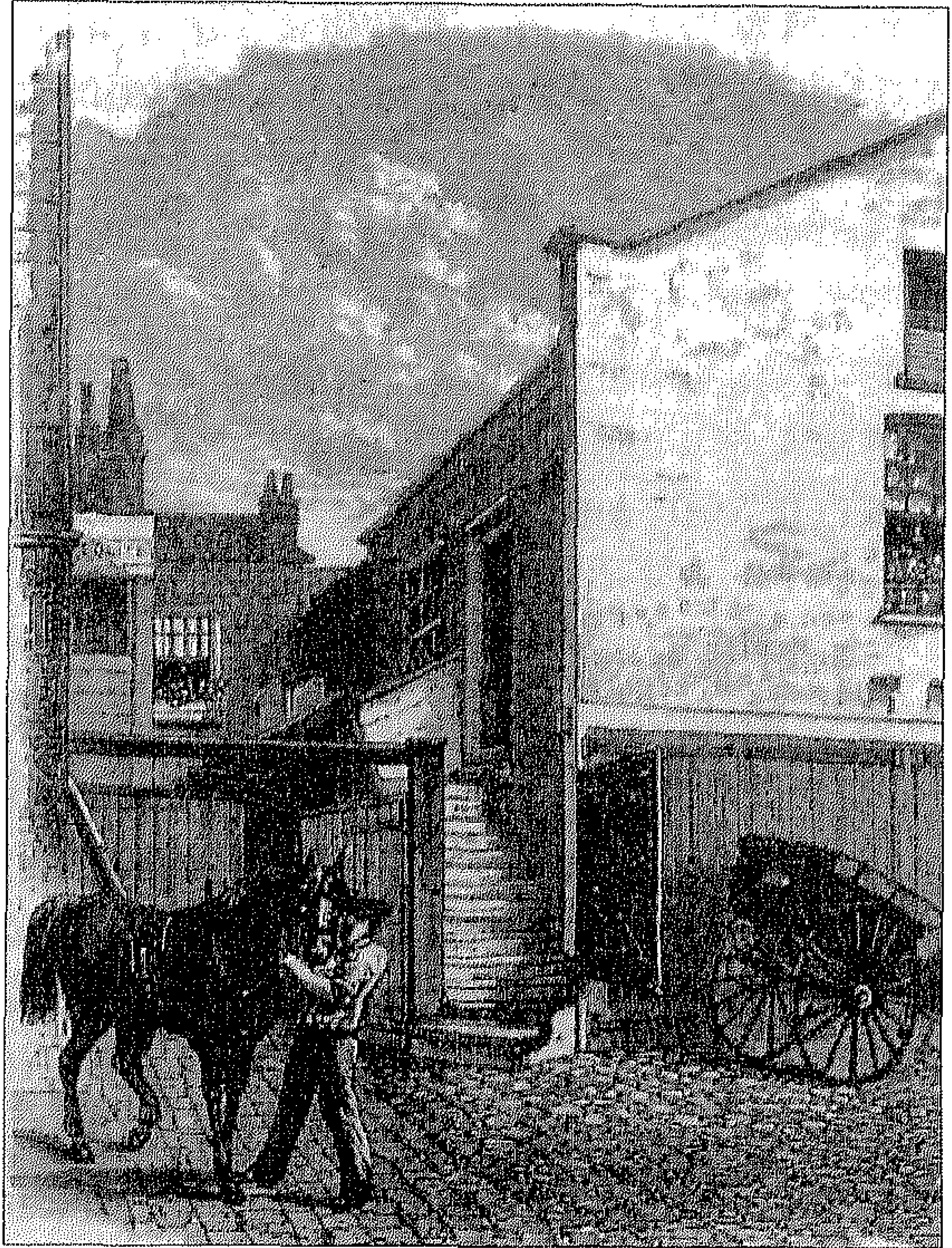
الغذاء إلى بريطانية، كما تسبب ضعف المحصول في عامي 1794 و1795 بحدوث نقص بالغذاء على نطاق عام. وازدادت أسعار القمح خلال سنة من 52 إلى 75 شيلينغ لربع الطن الواحد، في وقت لم يعد بالإمكان اقتناء أي نوع من الحبوب، كما ارتفعت أيضاً أسعار المواد الغذائية الضرورية الأخرى. وساد الذعر مع تداول تقارير مزيفة عن آفة زراعية فتاكة تقوم بالقضاء على القمح النامي في الحقول آنذاك.

وقام البريطانيون الجياع بمهاجمة ممتلكات الملك جورج الثالث الكائنة في لندن. ففرضت الحكومة الحصار على البلد بأكمله. ثم عرف البريطانيون في عامي 1799 و1800 موسمي حصاد كارثيين فارتفعت أسعار القمح ارتفاعاً حاداً لتصل إلى 120 شيلينغ. وطلبت عائلة فارادي في عام 1801 إعانة عامة، وكان لزاماً على مايكل العيش على رغيف واحد في الأسبوع. وولدت بعد سنة من ذلك الطفلة الرابعة فأسموها مارغريت تيمناً باسم أمها كما تقتضي التقاليد الساندمانية.

وتدهورت صحة جيمس فارادي في تلك السنوات العصيبة ولم يعد قادراً على القيام إلا بالأعمال الخفيفة وبدوام جزئي. فعانت العائلة من ضيق شديد. وقطن آل فارادي اعتباراً من عام 1796 في مسكن فوق مستودع لعربات الخيول في جاكوبز ول ميوز في شارع تشارلز بساحة مانشستر، بعد أن قدم جيمس بويد، وهو زميل

ساندماني من اسكتلندة، إلى والد مايكل عملاً في دكان الحدادة والأدوات المعدنية التي يملكها في شارع ولبك القريب من ساحة مانشستر، إلا أن أحوال العمل ساءت مع تراجع عدد الأحصنة التي تحتاج إلى تركيب حدوات والارتفاع الحاد في أسعار الأغذية. لذا ما أن اشتد عود الفتى مايكل فارادي في عام 1804 حتى أرسله والده للعمل بالقرب من مسكنهم، لدى بائع ومجلد كتب يدعى جي ريبو وهو مهاجر فرنسي. وكلف ريبو مايكل بتوزيع الصحف ثم استردادها بعد الانتهاء من قراءتها. ولم يكن بوسع أحد أن يخمن نتائج هذا العمل التافه.

قضى مايكل أولى سني عمره في جاكوبز ول ميوز وهو شارع ثانوي خلف ساحة مانشستر في لندن، حيث قطنت عائلة فارادي في مسكن فوق مستودع لعربات الخيول.



وسرعان ما أعجب صاحب العمل بمايكل فارادي، ربما لجديته في العمل أو لروحه المرحة ومزاجه الجيد برغم المحن، أو لاهتمامه بعالم الكتب وشغفه المتنامي بها. وكائناً ما كان السبب فقد تمكن الصبي من الحصول بعد أقل من سنة على وظيفة متدرب على تجليد الكتب القديمة لدى جي ريبو. إلا أنه لم يعد يتلقى لسوء الحظ أجراً لقاء عمله، بل حصل فقط على مسكن في غرفة صغيرة فوق المتجر. ووضع النصر الذي حققه اللورد هوراتيو نلسون

في معركة ترافالغار البحرية بعد أسبوعين من ذلك، حداً لآمال نابليون في غزو بريطانية. ويمكن القول بأن دخول مايكل فارادي إلى عالم الكتب والمنح الدراسية والعلم كان على نفس القدر من الأهمية بالنسبة لمجرى التاريخ البشري.

وانتقلت العائلة مرة ثانية في عام 1809 إلى المبنى رقم 18 في شارع ويماوث بالقرب من ساحة بورتلاند. وتوفي جيمس فارادي السقيم في السنة التي تلت ذلك. وقد حمل ابنه الشهير ذكراه الطيبة طيلة عمره. ففي إحدى المرات كان مايكل يمضي إجازة في انترلاكن بسويسرة، بعد مضي أعوام كثيرة على وفاة والده، فشدت انتباهه كثيراً إحدى الصناعات المحلية، وكتب آنذاك «ما تزال صناعة المسامير مزدهرة هنا، ومشاهدة تلك العملية أمر ممتع ورائع فأنا أحب متجر الحداد وكل ما يمت إلى الحدادة بصلة. لقد كان والدي حداداً».

كان مايكل في عام 1810 في سنة تدريبه الأخيرة لدى ريبو، حين بدأ شقيقه العمل في صناعة جديدة كانت تغير مظهر لندن ألا وهي صناعة غاز الفحم وتوزيعه وواظب جميع أفراد العائلة على الذهاب إلى دار العبادة التي يؤمها الساندمانيون، حيث عثرت أختهم الكبرى إليزابث بعد وقت قصير على زوج لها (السراج آدم غراي)، وحيث أعلن فيما بعد مايكل إيمانه. وقد صارت مارغريت، بعد وفاة والدها وهي في الثامنة من العمر، شديدة التعلق

بمايكل الذي علمها القراءة والكتابة، لذا فقد افتقدته كثيراً إبان أسفاره اللاحقة.

وتتفق الروايات بأن العائلة المفجوعة بقيت عائلة سعيدة تقودها أم قديرة وعطوفة، ويبدو جلياً أن مايكل قد تغلب على الشدائد لأن الساندمانيين يرون فيها نعمة لا نقمة. ولا ننسى أن والدته كانت تنتمي إلى «ذرية الشمال المثابرة».

ووجد فارادي نفسه في جو ملائم جداً من إبان تدربه لدى مؤسسة ريبو لتجليد الكتب. إذ كان زميلاه في التدريب أنيسين، ومدربه معلماً لطيفاً وبارعاً. واشتملت الكتب التي كان يتوجب تجليدها على مجموعات من الكتيبات، وعلى دفاتر ملاحظات شخصية، وعلى كتب قديمة تبعثرت إلى أجزاء فاحتاجت إلى تلزيم من جديد. وكان العرف السائد في تلك الأيام أن تدوم الكتب لأجيال.

وبالرغم من قلة المعلومات المتوافرة حول تفاصيل تدرب فارادي، إلا أن النتائج كانت مذهلة وضوحاً. فما يزال الكثير من الكتب التي قام بتلزيمها في حالة ممتازة إلى يومنا هذا، شاهدة على جودة عمله. ويوجد من بين العمليات التي تدخل في التجليد، طرق مطولة للصفحات مجتمعة، وادعى فارادي مرة أنه بمقدوره تنفيذ ألف ضربة مطرقة دون توقف. (ولعله استوحى الفكرة من أداء والده في الحدادة). كما كان يتمتع بإتقان لا نظير له في خياطة

الأوراق معاً وفي النقش على ظهر الكتب المنجزة. ولم يكن بالتأكيد أول متدرب يجد في تعلم المهارات اليدوية إعداداً جيداً لتحقيق سيرة مهنية علمية بعد أعوام من ذلك.

لم يكن فارادي منذ ذاك الحين راضياً تماماً عن عمله فاكتسابه لمهارات تجليد الكتب، بالرغم من كونها قيمة بحد ذاتها، لم يكن ليشبع حاجة سرعان ما تنبه إليها. إذ أخذ يتوق، وهو محاط بالكتب طيلة النهار في عمله، إلى المعرفة وإلى التوصل لحقيقة الطبيعة، كما أتاح له إيمانه الساندماني إدراك حقيقة الله. وكان الأمر شبيهاً بجعل الساندمانية والعلم شريكين توأمين في مشروع كان قد أوصى به قديماً الفيلسوف فرانسيس بيكون، الذي كتب عن «الكتابين» الإنجيل والطبيعة. وتحدث فارادي، بعد سنوات كثيرة من ذلك، عن «كتاب الطبيعة». ولكن كيف يمكن لابن حداد معدم لم يكتسب من التعليم سوى النذر اليسير أن يصل إلى مثل هذه المعرفة؟ ومن أين يبدأ؟

كان الجواب، في الواقع، أمامه في الكتب التي كان عليه أن يلزمها وفي الكتب الموجودة في المتجر وفي مكتبة ريبو الخاصة، التي أذن له في نهاية المطاف باستعمالها. وقد حالفه حظ كبير عام 1809 في العثور على كتاب أعيدت طباعته للتو، كان مفتاح البحث الذي أوشك على الخوض فيه. وكان عنوان الكتاب تحسين العقل ملائماً لمسعاه. وقد ألف ذاك الكتاب الشهير رجل

اشتهر كمؤلف تراتيل وليس كفيلسوف أو عالم. وبالرغم من أن إسحاق واتز لم يكن ساندمانياً، إلا أنه كان ليقدم نفسه أمام فارادي على أنه منشق مثله، فقد كان كاهناً مستقلاً في مطلع القرن الثامن عشر. ومن بين الوصايا التي وردت ضمن ذاك الكتاب المواظبة على القراءة، وحضور المحاضرات وتبادل الرسائل مع من يملك فكراً مماثلاً، وتشكيل مجموعات حوار وتخصيص سجل ملاحظات لتدوين الوقائع والآراء خشية نسيانها. وبدأ فارادي المُجِد بعد أسابيع قليلة العمل بتلك النصيحة مُعنوناً سجل ملاحظاته الخاص كتابات فلسفية متنوعة.

تطلبت انطلاقة فارادي في البحث عن المعرفة منه قراءة مكثفة للكتب. وكان من أهم الكتب التي استرعت انتباهه كتاب كان يقوم بتجليده هو أحد مجلدات الموسوعة البريطانية: وتضمن المجلد مقالة مطولة عن الكهرباء، أثارت على الفور فضول المتدرب الشاب. وعلى الرغم من أن المقالة قد كتبت من قبل كيميائي مغمور نسبياً هو جيمس تيتلر، إلا أنها كانت متأثرة بكتابات أخرى، وعلى الأخص كتاب جوزيف بريستلي المشهور تاريخ الكهرباء وحالتها الراهنة (1767). وقد ألمح الكتاب إلى فارادي بصورة جلية أن النظرة الراسخة في اعتبار الكهرباء سائل أحادي قد تكون خاطئة، مما شجعه على التفكير في هذا الموضوع بعمق طوال سنوات كثيرة. وكان ذلك موضوع أول محاضرة ألقاها أمام زملائه المتدربين وآخرين في عام 1810.

إلا أن أول شغف علمي له لم يكن في مجال الكهرباء بل في الكيمياء، قاده إليه كتابان مختلفان كلياً. إذ تمكن من الحصول على مجلدات توماس تومسون الأربعة نظام الكيمياء (1807) وهو كتاب موجه للمختصين أو على الأقل لمن لديهم بعض الخبرة في الكيمياء. وقد اشتهر الكتاب لاحتوائه على أول وصف مطبوع لنظرية الذرات الشهيرة التي وضعها جيمس دالتون والتي تنص على أن جميع العناصر مركبة من جزيئات دقيقة متماثلة الوزن، ولم يكن موضوعاً ملائماً لمبتدئ! وأما الكتاب الآخر مداولات في الكيمياء (1806) لمؤلفته جين مارسيت فكان مختلفاً كلياً إذ كان مبسطاً وقصصياً أعد خصيصاً لجمهور الكيمياء الجديد من المبتدئين الذي نشأ بفضل المحاضرات التي كانت تلقى في المؤسسة الملكية وفي أماكن أخرى كنشاط ثقافي للطبقة العليا. وكانت الميزة الرئيسية لكتاب السيدة مارسيت بالنسبة إلى فارادي ربطه بين الكيمياء والكهرباء، مما أضفى عليه سحراً مضاعفاً. وقد تعلق فارادي كثيراً بالكتاب.

وكانت وصية واتز الثانية، حضور المحاضرات، متاحة لفارادي بصورة ملائمة جداً. إذ بدأت منظمة تدعى سيتي فيلوزوفيكال سوسايتي (الجمعية الفلسفية للمدينة) بتنظيم مثل تلك الصفوف.

وقد أسس جون تاتوم تلك الجمعية في عام 1808، وهو صائغ فضة تقدمي وخيِّر. إذ كان يفتح أبواب منزله

الكائن في شارع دورست كل يوم أربعاء من أجل تنظيم محاضرات للشباب الراغبين بتطوير معارفهم. وقد انضم فارادي إلى المجموعة في شباط من عام 1810 بعد أن سدد عنه أخاه رسم الانتساب، وتلقى فارادي بذلك أول مقرر له في التعليم العلمي. وكان يجلس في الصف الأمامي ليدون ملاحظات دقيقة، بحماس مفرط ثم يقوم



كانت جين مارسيت مؤلفة كتب مدرسية ناجحة، ومنها مداولات في الكيمياء الذي قرأه الشاب مايكل فارادي لأول مرة عام 1810، وبقي معجباً به لسنوات كثيرة.

بعيد عودته إلى المنزل بتفصيل تلك الملاحظات ووضع مسودة أكثر كمالاً ودقة، ليضع لاحقاً نسخة ثالثة تشكل تقريراً كاملاً إن لم نقل حرفياً عن المحاضرة. كان تاتوم المحاضر الرئيسي، ولكنه كان يسمح من حين إلى آخر لأعضاء الجمعية بإلقاء محاضرات حول مواضيع يختارونها بحرية. وسنحت تلك الفرصة لفارادي في الربيع التالي. واتسمت محاضرته حول الكهرباء آنذاك بالعصبية والتحضير المتقن والجرأة في تحدي الجالية العلمية بأسرها عبر مهاجمة وجهة نظرها في اعتبار الكهرباء أحادية السائل.

اتبع فارادي طرائق أخرى لرفع سويته الثقافية نظراً لضعف التعليم الذي حظي به. إذ طلب من أمين سر سيتي فيلوزوفيكال سوسايتي أن يدربه على مهارات الكتابة. وكان مدرسه الخاص يدعى إدوارد ماغراث، الذي صار فيما بعد أمين سر النادي اللندني الخاص أثينايوم (الذي أسهم همفري ديفي ومايكل فارادي في تأسيسه). وقد دامت الدروس قرابة سبع سنوات بمعدل ساعتين أسبوعياً. كما ازدادت مهارات فارادي الأدبية تطوراً من خلال مراسلاته المطولة مع صديقه بنجامين آبوت، الذي كان كاتباً في منطقة لندن التجارية. إذ تشاركا في عشق العلم وفي المعتقد الشخصي، وصار الاثنان مع حلول عام 1812 يلتقيان كثيراً، وذلك في منزل أهل آبوت في أغلب الأحيان.

لكن حياة الشاب فارادي لم تقتصر على القراءة

والكتابة، إذ بدأ بإجراء بعض التجارب البسيطة بما في ذلك الأشغال الكهربائية. وكان المركب الطبيعي الكهرمان معروفاً بجذبه للأشياء خفيفة الوزن مثل القش إذا ما تم تدليكه ببعض المواد. وقد أُطلق على تلك الظاهرة لاحقاً الكهرباء (مشتقة من إلكترون، المقابل اليوناني لكلمة الكهرمان)، وتمت دراستها بصورة عشوائية حتى القرن الثامن عشر. وجرى اختراع كثير من الآلات لتوليد هذه الكهرباء، اعتمدت غالباً على دلك كأس تدور بشكل مستمر أو دلك أسطوانة أخرى. واكتُشف في عام 1745 أنه بالإمكان تخزين مثل تلك الشحنات الكهربائية في عدد من الأدوات مثل زجاجة الماء المعروفة باسم وعاء ليدن، الذي كان مكثفاً بدائياً. وكان بالإمكان الحصول على الكهرباء أيضاً من الغيوم (الكهربائية الجوية)، أو من تسخين بعض المواد (الكهربائية الحرارية)، ومن الحيوانات أو السمك (الكهربائية الحيوانية) كالرّعاد الكهربائي الذي يتسبب بصدمات للحيوانات الأخرى. ولكن لم يكن ثابتاً أن جميع تلك الظواهر إنما هي أصناف لشيء واحد.

وقد عُرفت تلك الإظهارات جميعها فيما بعد باسم الكهربائية «الساكنة»، وقد أثبت في القرن السابع عشر أن بمقدور الكهرباء الجريان أيضاً (عبر خيوط المصيص أو الأسلاك المعدنية) وهو ما عُرف فيما بعد باسم الكهربائية «الجارية». واكتشف عالم الأحياء الإيطالي لويجي غالفاني مصادفة في عام 1791، وهو العام الذي ولد فيه مايكل

فارادي، بأن أجسام الضفادع الميتة التي يتم تثبيتها على سبيكة معدنية قبل تشريحها ترعش عند ملامسة معدن آخر، كالنحاس الأصفر، لعضلاتها. وبدا أن الكهرباء هي المسؤولة بطريقة ما عن ذلك نظراً لأن الأجسام ترتعش بشكل مماثل إبان العاصفة الرعدية.

وقادت تلك الفكرة زميل غلفاني وابن بلده ألساندرو فولتا لاستنتاج أن الكهرباء المسببة لتلك التشنجات ناتجة عن تماس بين معدنين متباينين ومادة رطبة بآنٍ واحد. وكان على حق في ذلك. فعندما ركّم أقراص مصنوعة من الفضة والزنك والورق المقوى الرطب فوق بعضها البعض ووصل قرص الزنك في الأسفل بقرص الفضة في الأعلى بوساطة سلك حصل على تيار كهربائي. فاخترع بذلك أول بطارية كهربائية، وأقرّ ديفي بأن فولتا قد أعطى بذلك إشارة الانطلاق لجميع المجربين في أوروبة. فقد أثبت إنكليزيان هما ويليام نيكولسون وأنطوني كارليسل، بعد بضعة أشهر، أن بمقدور هذا التيار المستمر تحليل المحاليل المائية التي يمر فيها. فاكتشفا بذلك التحليل الكهربائي.

ادخر مايكل فارادي طويلاً كي يتمكن من شراء زجاجتين من متجر خردة قديمة على الرغم من صعوبة الحصول على أبسط الأدوات، مدفوعاً بالفضول حيال تلك المحاولات. وتمكن حينذاك من بناء وعاء ليدن ومولد كهربائي. وسمح له ريبو في مرحلة لاحقة بتحويل إحدى غرف العمل لديه إلى مختبر خلال الليل، فاستخدم النار «كفرن» مؤقت ورف المستوقد «كطاولة

عمل» مخبرية. وركب فارادي فيه العمود الفولتي الذي اخترعه ألساندرو فولتا. وكانت الإثارة التي حملتها الاكتشافات التي توصل إليها لدى قيامه بإجراء بعض التجارب البسيطة باستخدام عمود فولتا مجرد بشارة لأمور آتية أكثر إثارة. لكنه لم يقصر اهتمامه على ما يحدث في «مختبره». إذ كان يتابع خلال أوقات فراغه العمليات الصناعية بعناية، وبخاصة المنشآت المختلفة بالقرب من وسط لندن، التي كانت تشاد آنذاك لمعالجة ماء الشرب.

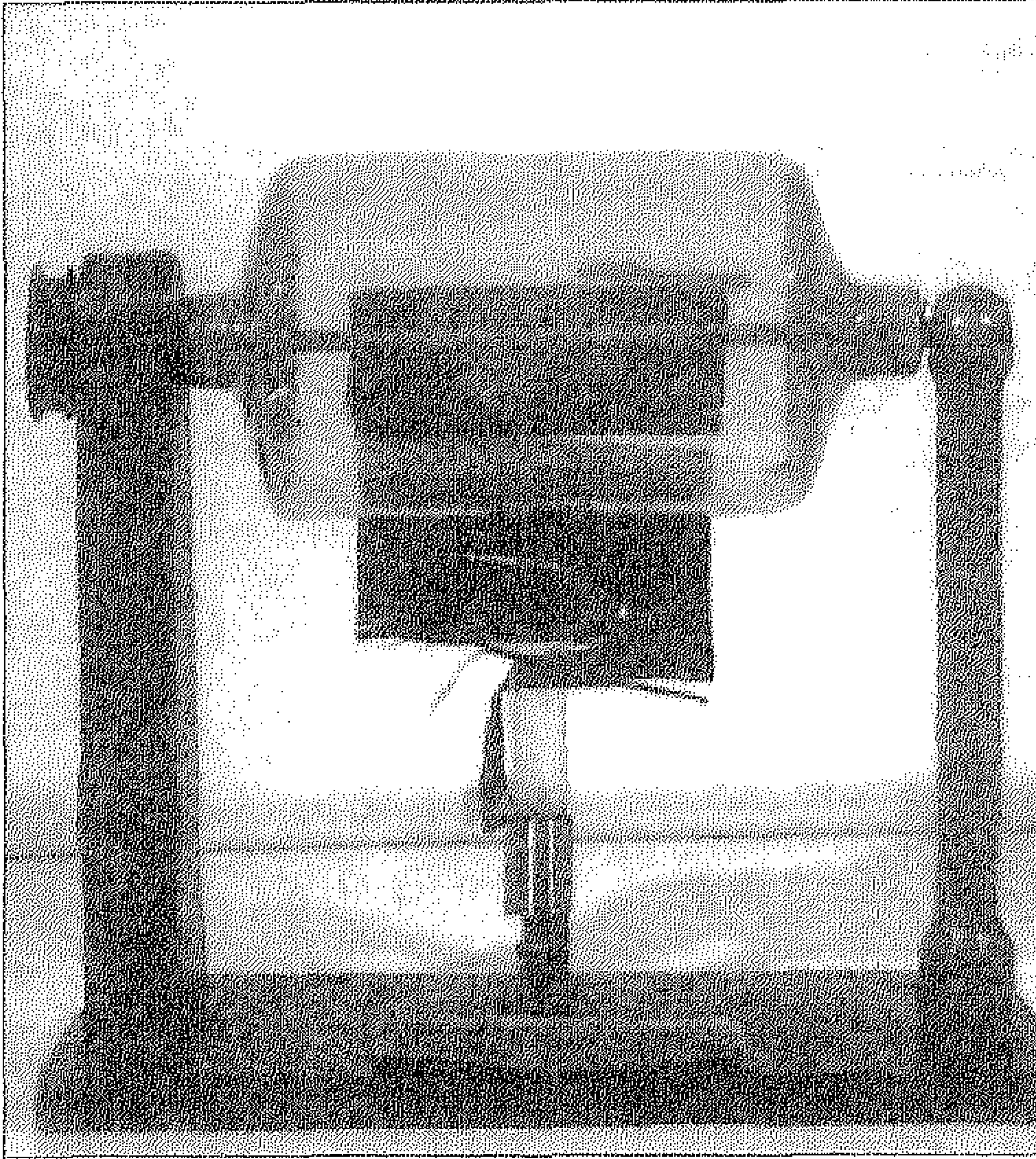
ومع اقتراب موعد رحيل فارادي عن مكتبة ريبو، صار أشد ميلاً للعثور على عمل في مجال العلم عوضاً عن تجليد الكتب. فعلى الرغم من الفائدة التي حصل عليها من تدربه لدى ريبو، إلا أنه نشد آفاقاً أوسع. وقد كتب بعد سنوات من ذلك عن «رغبتي في الابتعاد عن التجارة التي اعتقدت أنها فاسدة وأنانية، ودخول سلك العلم الذي تصورت أنه يجعل طالبيه ودودين ومتحررين». ولا يمكن أن يكون المذهب الساندماني صاحب الفضل الرئيسي في هذه المثالية بالرغم من أن ساندمان كان شخصياً ميالاً إلى العلم. وقد تعكس تلك النظرة نفور فارادي مما خبره في الحياة التجارية في العاصمة. لكنه، وبغض النظر عن دوافعه، كان عازماً على هجر عالم تجليد الكتب.

وعانى فارادي بادئ الأمر من عدة خيبات أمل، ولعل أشدها مرارة كان مصير رسالة كتبها بشيء من اليأس إلى السير جوزيف بانكز رئيس الجمعية الملكية. وطلب فيها

فارادي استخدامه في أي عمل مهما كان بسيطا؛ إلا أن محاولاته المتكررة للحصول على جواب لم تحظى حتى بإشعار بالوصول ولو من باب المجاملة. ثم وقعت حادثة زادت بادئ الأمر من إحباط فارادي إلا أنها فتحت له في نهاية الأمر باب مسيرته العلمية.

ففي أحد أيام شتاء عام 1811- 1812 حدث أن أطلع ريبو أحد زبائنه على بعض دفاتر ملاحظات فارادي المكتوبة بخط بديع، فأعجب بها الزبون كثيراً. وأخذها الرجل ليطلع والده ويليام دانس عليها، وتشاء الصدف أن يكون ذلك الموسيقي عضواً في المؤسسة الملكية أيضاً. فتلقى فارادي منه بطاقة دعوة لحضور سلسلة من المحاضرات في الكيمياء، يلقيها نجم المؤسسة الشاب همفري ديفي الطموح والمفعم بالحيوية. ورغم البون الشاسع بين أسلوب ديفي المبدع وطريقته الرائعة في الإلقاء وبين أسلوب جون تاتوم، إلا أن خبرة فارادي في تدوين الملاحظات والتي اكتسبها من محاضرات سيتي فيلوزوفيكال سوسايتي مكنته من المتابعة بشكل جيد ووضع مجلد أنيق قوامه 386 صفحة، يشتمل على مخططات للأدوات والتجارب. وزادت قناعة فارادي أكثر من أي وقت مضى برغبته في الانضمام إلى

بنى فارادي، في صباه، آلة الاحتكاك الكهربائي هذه، والتي كانت النموذج السائد هناك. وكان دعك الزجاجة الأسطوانية الدوارة بالجلد أو بقماش آخر يولد ما يكفي من الكهرباء الساكنة لإنتاج شرارات وصدمات كهربائية.



عالم العلم الساحر هذا بعد استماعه لوجهات نظر ديفي فيما يخص طبيعة الكلور.

أصيب ديفي في انفجار حدث إبان إجرائه تجارب على ثالث كلوريد النيتروجين، وذلك بعيد اختتام تلك المحاضرات (وكان قد حصل للتو على وسام فارس)، وكاد ذاك الحادث أن يودي ببصره. واحتاج خلال فترة نقاهته إلى شخص لكتابة وصف مفصل للتجارب التي يقوم بها، فاستخدم الشاب مايكل فارادي لهذه المهمة (ولعل ذلك قد تم بناءً على توصية من دانس). لكنه نصح فارادي بعدم الاستغناء عن مصلحة تجليد الكتب واعداً بتكليفه بأشغال لصالح المؤسسة الملكية. وقال له أن العلم أشبه بخليلة مزعجة. ولم يدم عمله ككاتب لديفي سوى أيام قليلة، لكن فارادي لم يستسغ فكرة العودة للعمل المياوم في تجليد الكتب. وصمم على اتخاذ خطوة جريئة أخيرة، فكتب إلى ديفي في أواخر كانون الأول من عام 1812 ينشد مساعدته وأرفق بالرسالة مجلداً يحتوي على ملاحظاته التي دونها عن محاضرات ديفي الأربعة التي تابعها مطلع ذاك العام. ورد ديفي عليه في ليلة عيد الميلاد، وهو في غاية السعادة

سيدي:

كان من دواعي سروري الإطلاع على ما أرسلته إلي من برهان على ثقتك والذي يظهر حماساً وقوة ذاكرة وانتباه شديدين.

إنني مضطر إلى مغادرة البلدة ولن أعود إليها حتى نهاية

كانون الثاني.

وسأستقبلك بعد عودتي في أي وقت تشاء.

ويشرفني أن أتمكن من تقديم العون لك. وأرجو أن يكون ذلك ضمن صلاحياتي

خادمك المتواضع والمطيع

هـ. ديفي

وفوجئ الشاب فارادي بعد عدة أسابيع بقدوم خادم أنيق إلى بابه ذات مساء يحمل رسالة من السيد همفري ديفي يطلب حضوره إلى المؤسسة الملكية صباح اليوم التالي. والتزم مجلد الكتب الشاب بالموعد وهو لا يكاد يصدق حظه الجيد. وأعلمه ديفي بتوافر عمل للتو إثر طرد مساعد مخبري مشاكس. وعرض على فارادي تلك الوظيفة مقابل جنيه إنكليزي (غينيا) أسبوعياً مع توفير الإقامة في غرفتين بالمؤسسة شاملة التدفئة والإنارة. واغتنم فارادي الفرصة على الفور وبدأ العمل في آذار من عام 1813.

لقد قدم المساعد المخبري المشاكس خدمة كبيرة عن غير عمد ليس لفارادي وديفي فحسب، بل للعلم برمته.



أسس الكونت بنجامين رمفورد العالم الهاوي الأمريكي المؤسسة الملكية في عام 1799 بهدف نشر المعرفة العلمية بين مختلف الطبقات الاجتماعية. لكن سرعان ما تلاشت تلك الرؤية الإنسانية مع اجتذاب محاضرات همفري ديفي الشهيرة لنخبة المجتمع اللندني.

الفصل

4

المؤسسة الملكية

عمل مايكل فارادي لحساب السير همفري ديفي وبمعيته طوال خمسة أو ستة أسابيع مشهودة. وكان من بين المهام الروتينية التي أوكلت إليه تحضير كميات كبيرة من المركب الذي كاد أن يودي ببصر ديفي، ألا وهو ثالث كلوريد النيتروجين. وتجدر الإشارة أنه انفجر أيضاً بين يدي فارادي لكن إصاباته كانت خفيفة نسبياً نظراً لاستخدامه قناعاً واقياً.

وانصرف تفكير ديفي خلال تلك المدة عن أعمال المؤسسة الملكية. إذ نظم، بصفته شخصاً بارزاً في المجتمع وصياد سمك ماهر من أبناء كورنول، رحلة ودية وموسعة إليها لصيد السمك، مع تخصيص بعض الوقت لاستكشاف الثروة المعدنية الوافرة في مسقط رأسه.

واستهل بذلك سنوات من السياحة بغية إرضاء عروسه المحبة للسفر من جهة، وتوقه للمعرفة من جهة أخرى، وربما غروره أيضاً مع اتساع شهرته وحبه المرجح لسماع عبارات الإطراء التي تكال له حيثما ذهب. وقرر ديفي أنه قد آن الأوان ليخط بداية جديدة بعد أن أمضى عشر سنوات محاضراً في المؤسسة الملكية لذا استقال من منصبه كأستاذ في المؤسسة، بعد ستة أسابيع من توظيف فارادي كمساعد له، ليصبح أستاذاً فخرياً. وخلفه ويليام براند كأستاذ للكيمياء (وكان قد درّس الكيمياء قبل ذلك لدى جهات لندنية كثيرة).

وأمضى فارادي الأسابيع التي تلت مغادرة ديفي في رحلته، في حضور المحاضرات وتشكيل رأيه الخاص حول أفضل استخدام لهذه البيئة التعليمية. واستمر بالطبع في عمله بالمؤسسة الملكية، مع حلول براند مكان ديفي كمشرف عليه. وازداد فهم فارادي للكيمياء بصورة سريعة.

كان جلياً وجود مشروع طموح بل خيالي في مخيلة ديفي إثر عودته إلى لندن. فعلى الرغم من أن بريطانية كانت تخوض حرباً ضارية مع فرنسة، اقترح ديفي جولة في أوربة تقوده إلى قلب أراضي العدو. إذ كان يرغب في دراسة براكين الأوفيرن، وهي منطقة جبلية تقع جنوب فرنسة وشمال إيطالية، بغية إثبات فرضيته التي تنص على إمكانية تفسير نشاطها على صيغة تفاعلات كيميائية. وكان الإمبراطور نابليون، إثر إعجابه بتلك الفكرة قبل عدة

سنوات، قد منح ديفي وثيقة سفر وإذناً بالتجوال الحر عبر فرنسة، حتى في ذروة النزاع مع بريطانية. ودعا ديفي فارادي للانضمام إليه وإلى زوجته كمساعد له، لكن سرعان ما توسع نطاق تلك المهمة. إذ رفض خادم ديفي في اللحظة الأخيرة للسفر نتيجة تأثره بالمخاوف المنطقية لزوجته. فألقيت مسؤولياته على عاتق فارادي أيضاً، لكن ديفي وعده بأن ذلك سيكون أمراً مؤقتاً ريثما يتم العثور على خادم متفرغ في باريس.

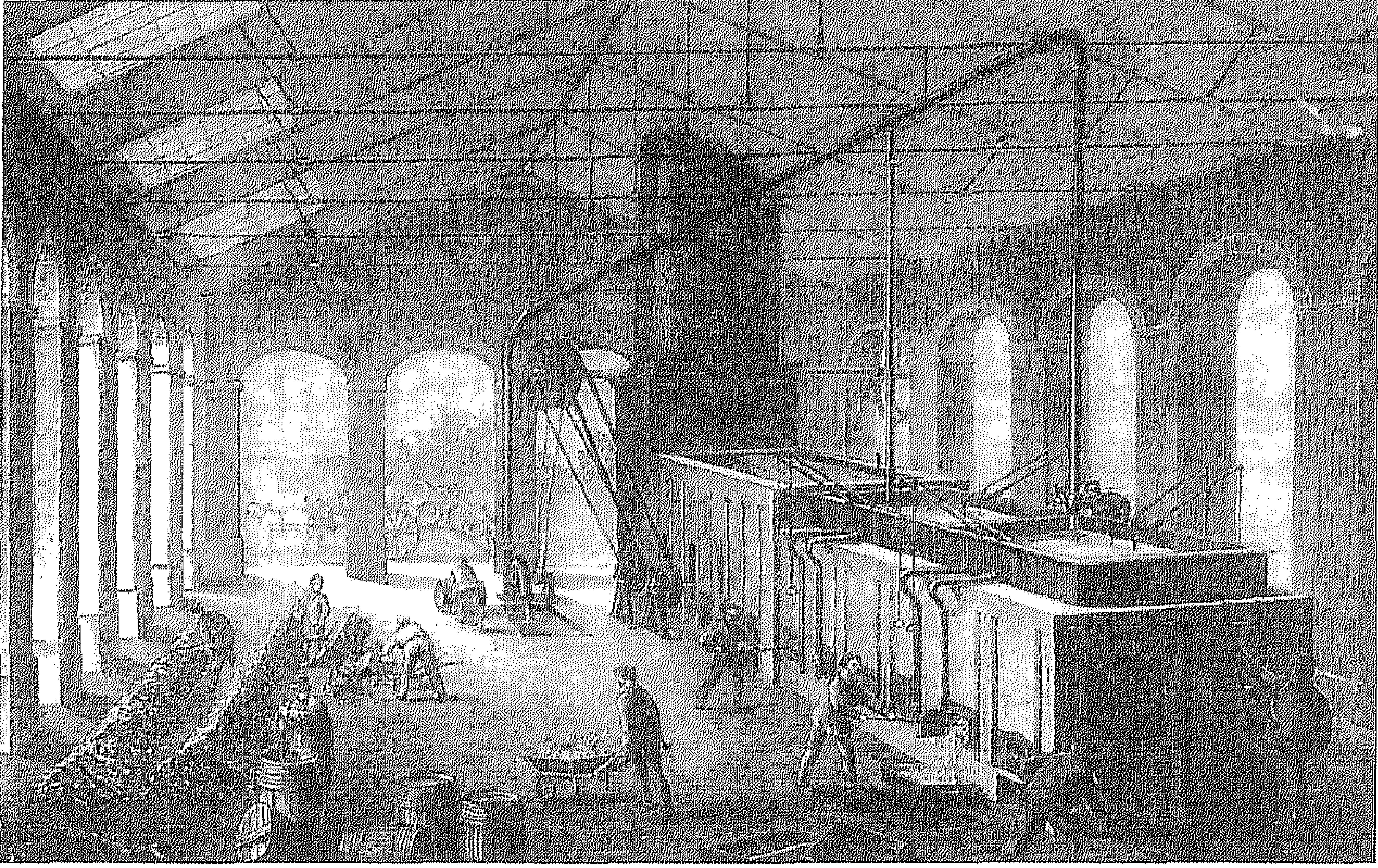
لوحة للرسام الكاريكاتوري جيمس جيلري يصور محاضرة في المؤسسة الملكية يلقبها همفري ديفي (خلف الطاولة مباشرة) وموضوعها أوكسيد النيتروز أو الغاز المضحك المكتشف حديثاً. ومن الجلي أن الجميع قد أمضى وقتاً ممتعاً.

وبدأت الرحلة في الثالث عشر من تشرين الأول عام 1813 باتجاه مرفأ بليموث، ليعبروا من هناك القناة الإنكليزية وصولاً إلى فرنسة. وذهل فارادي عند رؤيته



«لجبال» ديفونشاير، والتي كانت في واقع الأمر مجرد تلال، فهو لم يغادر محيط لندن من قبل وكان يجهل طبيعة بلده إلى حد كبير. مما أوصله إلى قناعة بأن البعثة برمتها ستكون «مغامرة غريبة». وانزعج فارادي لدى وصولهم إلى بريتاني من معاملة رجال الجمارك الذين أخضعوا عربة ديفي لتفتيش كامل بحثاً عن مخابئ سرية داخلها، وأجروا تفتيشاً دقيقاً للأمتعة، وأخضعوا الأشخاص مراراً إلى تفتيش شخصي كامل. ومما بعث على التعجب إعادة تجميع أجزاء العربة من جهة والمذاق الممتاز للطعام الريفي الفرنسي على الرغم من القذارة الجلية لأدوات الطبخ من جهة أخرى. وأبدى فارادي ملاحظة بهذا الخصوص تفيد بأن الأطباق تتطلب وهي على الطاولة صرف النظر عن كل الأفكار المتعلقة بالطبخ والمطبخ.

وتحسنت الأحوال لدى وصولهم إلى باريس. حيث أمكن لفارادي تخصيص بعض الوقت لارتياد الأماكن التي تستحق المشاهدة واستمتع كعادته بتدوين أدق التفاصيل. وقد ثابر على كتابة يومياته إضافة إلى إرسال فيض من الرسائل إلى موطنه. ولم يكن الساندماني في داخله ليتوقع أن يبتهج بهذا القدر بجمال وفخامة الكنائس الشهيرة مثل نوتردام. وجعله ذلك يشعر بالنفور لإحساسه بأنه أشبه «بمنشق عديم الذوق»، وكانت تلك الكلمات التي وصف بها نفسه، ولو أنه من المرجح أن تكون السيدة جين ديفي هي من أطلقها عليه، إذ لم تكن



قام فارادي وديفي خلال رحلتهم في القارة الأوربية عام 1813، بزيارة معمل السكر في فرنسا، حيث كانت تتم بلورة السكر من محاليل ساخنة.

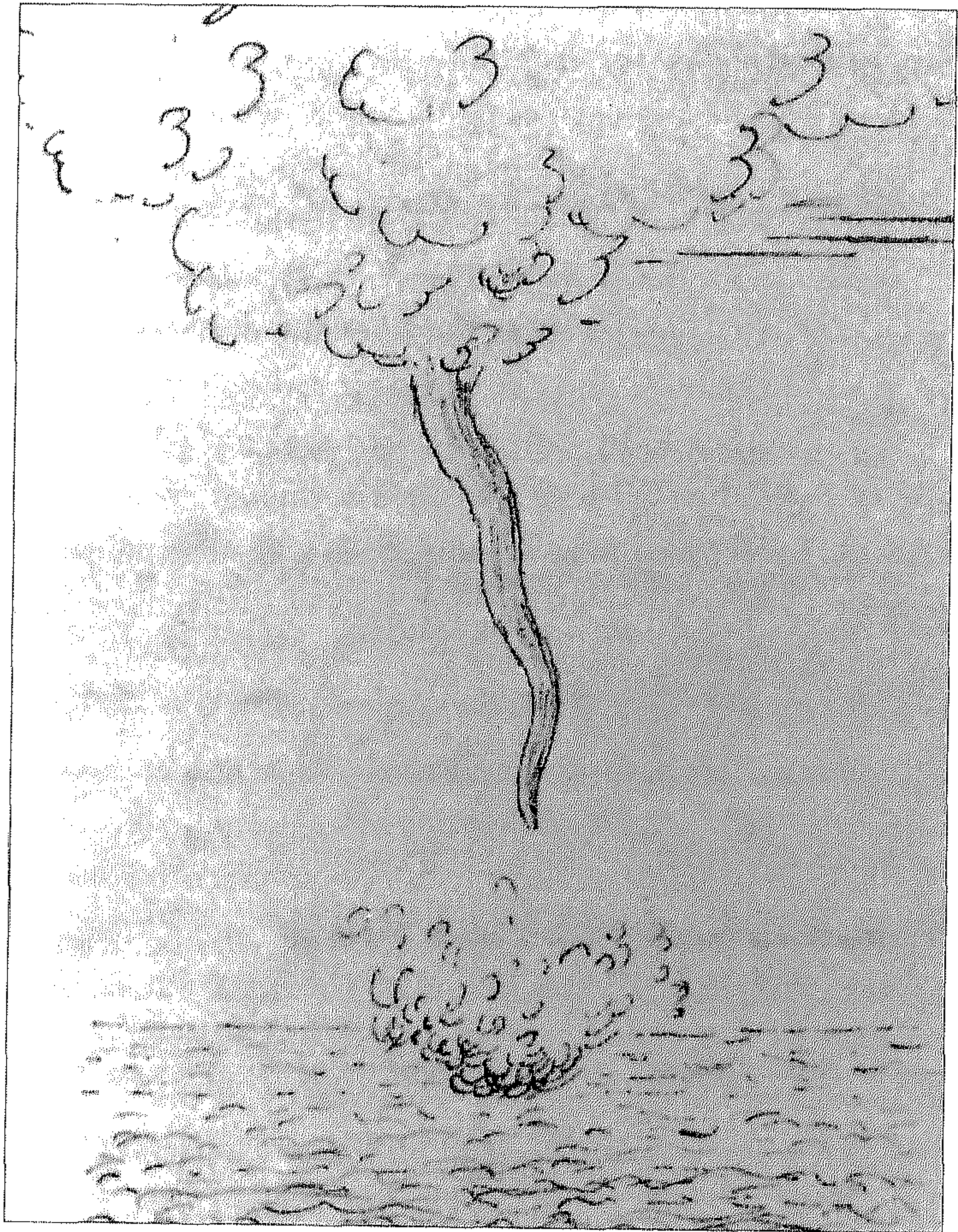
تطيق الشاب الذي استخدمه زوجها لكونه ينتمي إلى الطبقة العاملة. ووفر العلم لحسن الحظ نشاطاً كان ضرورياً لاحتواء التنافر.

كانت زيارة معمل السكر في 13 تشرين الثاني/ نوفمبر من أولى زياراتهم. وقطع الحصار البريطاني الذي دام سنوات إمدادات سكر القصب التي كانت تأتي من جزر الهند الغربية، لذا جرت زراعة الشمندر السكري في فرنسة اعتباراً من عام 1811 لتأمين مصدر بديل. ووصل الإنتاج السنوي في ذلك الوقت إلى 3 مليون باوند (رطل إنكليزي). وإذا ما استذكرنا أن المهمة الأولى التي عُهد بها إلى فارادي في المؤسسة الملكية كانت استخلاص السكر من جذر الشمندر، فقد سمحت له تلك الزيارة برؤية كيفية تنفيذ العملية على نطاق صناعي.

وتبعت تلك الزيارة نشاطات أخرى مبهجة، منها حضور محاضرة للكيميائي المشهور جوزيف لوي غاي لوساك، برغم الصعاب التي عانى منها فارادي في متابعة المحاضرة نظراً لعدم براعته باللغة الفرنسية. وكان ديفي قد أحضر معه مختبراً محمولاً (وكان أمراً شائعاً في تلك الأيام) اشتمل على الكثير من المواد الكيميائية وبعض الأجهزة البسيطة كالقوارير وأنابيب نفخ الزجاج. وقد استخدمه كلما أتيحت له الفرصة، سواء في غرفة الفندق أو في أي مختبر يستقبله بحفاوة. واستقبل ديفي في 23 تشرين الثاني بعض الزوار، وكان من بينهم رجل فرنسي مشهور بأبحاثه في الكهرباء هو أندريه ماري أمبير. وقد أحضروا معهم مادة اكتشفت حديثاً سوداء اللون ذات شكل بلوري، وهي فوق ذلك تتحول بسهولة إلى بخار بنفسجي عند تسخينها. واقتنع مكتشفها برنار كورتوا سريعاً بوجود تشابه بين هذه المادة وبين الكلور. فهل كانت تحتوي على الكلور؟ دلت التجارب التي أجراها ديفي في غرفته بفندق الأمراء بعد أيام قليلة على أنها لا تحتوي على الكلور، إلا أنها تشبهه جداً من نواح كثيرة. وتوصل ديفي إلى حتمية كونه عنصراً جديداً أطلق عليه اسم اليود وهو مشتق من كلمة يونانية تعني ذا اللون البنفسجي.

ثم قاموا بزيارة إلى فونتينبلو بالقرب من باريس، ثم الأوفيرن، فمونبيليه على شاطئ البحر المتوسط، حيث أشغل ديفي نفسه طوال شهر في تحليل الطحالب البحرية على أمل العثور على اليود. ثم قاموا بعد زيارة إلى نيس

برحلة عبر جبال الألب الجنوبية في ظروف صعبة بغية الوصول إلى جنوة ثم فلورنسة في آخر المطاف. وكان مايكل فارادي يلاحظ ويدون باستمرار سواء ما يخص آثار نيم أو الأحوال الجوية شديدة البرودة أو التشكيلات الجيولوجية المحيطة أو المشاهد من أعلى الممرات الجبلية. وقد استخدم أسلوباً نثرياً في الكتابة عوضاً عن الأسلوب الشعري الذي يفضله ديفي، وكان سعيداً بإبداء



رسم فارادي في دفتر يومياته عمود ماء (يشبه إعصاراً فوق البحر) شاهده أثناء وجوده مع ديفي في جنوى عام 1814.

ملاحظات واقعية مثل كان المشهد من المرتفعات فريداً جداً، وإذا كان الاتساع ما يميزه فإن الفخامة كانت رائعة جداً.

واستأنف الرجلان ممارسة الكيمياء في جنوى بإجراء تجارب على سمك الرعاد الكهربائي وتعود هذه التسمية إلى قدرته على إصدار صدمات كهربائية. ثم غادرا إلى فلورنسة حيث أجروا تجربة حرق الألماس المكلفة. إذ كانت أكاديميا دل سيمنتو هناك تملك مرآة أو عدسة حارقة، فتمكن ديفي بوساطتها من تركيز أشعة الشمس لحرق ألماسة وتحويلها إلى مجرد ثاني أكسيد الكربون، فأثبت بذلك أنها في واقع الأمر شكل من عنصر الكربون.

ومع انقضاء عام 1814 حضر أفراد المجموعة عودة البابا بيوس السابع إلى روما من المنفى، كما تسلقوا، خلال رحلة إلى نابولي، قمة فيزوفيو التي كانت حينذاك بركاناً يصدر دخاناً معتدلاً. وقاموا أيضاً بزيارة مدن إيطالية أخرى منها بافية حيث أمضى ديفي وفارادي بعض الوقت مع ألساندرو فولتا أشهر خبير في علم الكهرباء على قيد الحياة. كما استمتعوا بقضاء إجازة مدتها ثلاثة أشهر في جنيف التقى فيها فارادي الأستاذ في الفيزياء أوغست دو لاريف. وكانت تلك بداية صداقة مديدة تبادلا خلالها كثيراً من المراسلات. وروي أن دو لاريف تصدى لاعتراضات على وجود فارادي في حفل عشاء بالقول أنه إذا لم يسمح لفارادي بالانضمام إليهم فسينظم حفلة

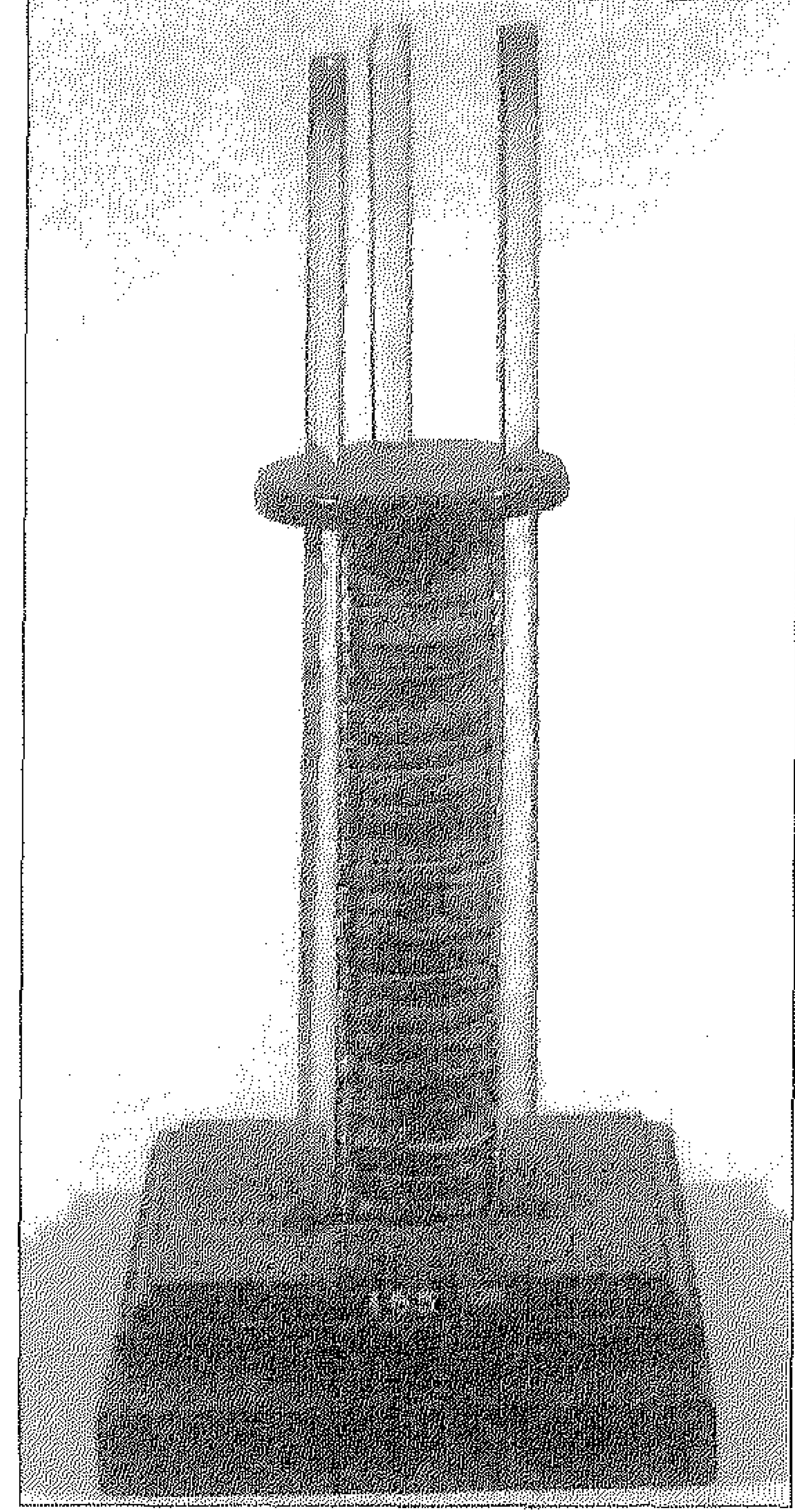
مستقلة على شرفه. وعاد الفريق بعد استجمام في تيرول النمساوية إلى إيطالية لقضاء الشتاء حيث تابع ديفي إجراء تحاليل كيميائية لأشياء تعود إلى العصور القديمة وعلى الأخص الأصبغة مثل الأرجوان الصوري الذي كان يستعمل فيما مضى لصبغ ثياب أباطرة الرومان. وضاق فارادي ذرعاً بالرحلة وهو في روما في ذلك الشتاء وعبّر للمرة الأولى عن امتعاضه.

لقد كان لديه اعتراضات كثيرة. فهو لم يكن يتحدث لا الإيطالية ولا الفرنسية. إضافة إلى أن كاثوليكية إيطالية لم تكن منسجمة مع إيمانه الساندماني، وقد تاق إلى صحبة زملائه. كما أن ديفي لم يف بوعده العثور على خادم بديل، مما حرّض لدى فارادي، رغم دماثة خلقه، شعوراً بالذل ناجماً عن الإنزال الظاهر لمرتبته. وكانت المشكلة الحقيقية، عدا عن ذلك، تتمثل في جين ديفي التي وصفها فارادي بأنها «متعجرفة ومغرورة إلى درجة مفرطة، وتستمتع بممارسة سلطتها على من هم أدنى منها منزلة». وعندما كنت تهاجم «خادم» زوجها، كان ديفي يمتنع أو يعجز عن دعم مساعده. وقد سمحت روح الدعابة التي تمتع بها فارادي له بتجاوز الضغينة في معظم الأحيان، كما حدث مثلاً في الحادثة المضحكة التي رواها بنجامين آبوت:

> عندما هبت رياح مفاجئة عاتية، وهم على متن قارب في خليج جنوى (وهو أمر مألوف هنالك)، أحدق بهم الخطر برهة من الزمن...، وانزعجت السيدة ديفي إلى درجة كادت

تصاب معها بالإغماء لذا فقد توقفت عن الكلام. وقد أخبرني [فارادي] أنه شعر عندها براحة كبيرة. واستمتع حقاً بالهدوء، وأنه لم يأسف لحدوث ذلك رغم خطورة الموقف خلال فترة من الزمن.

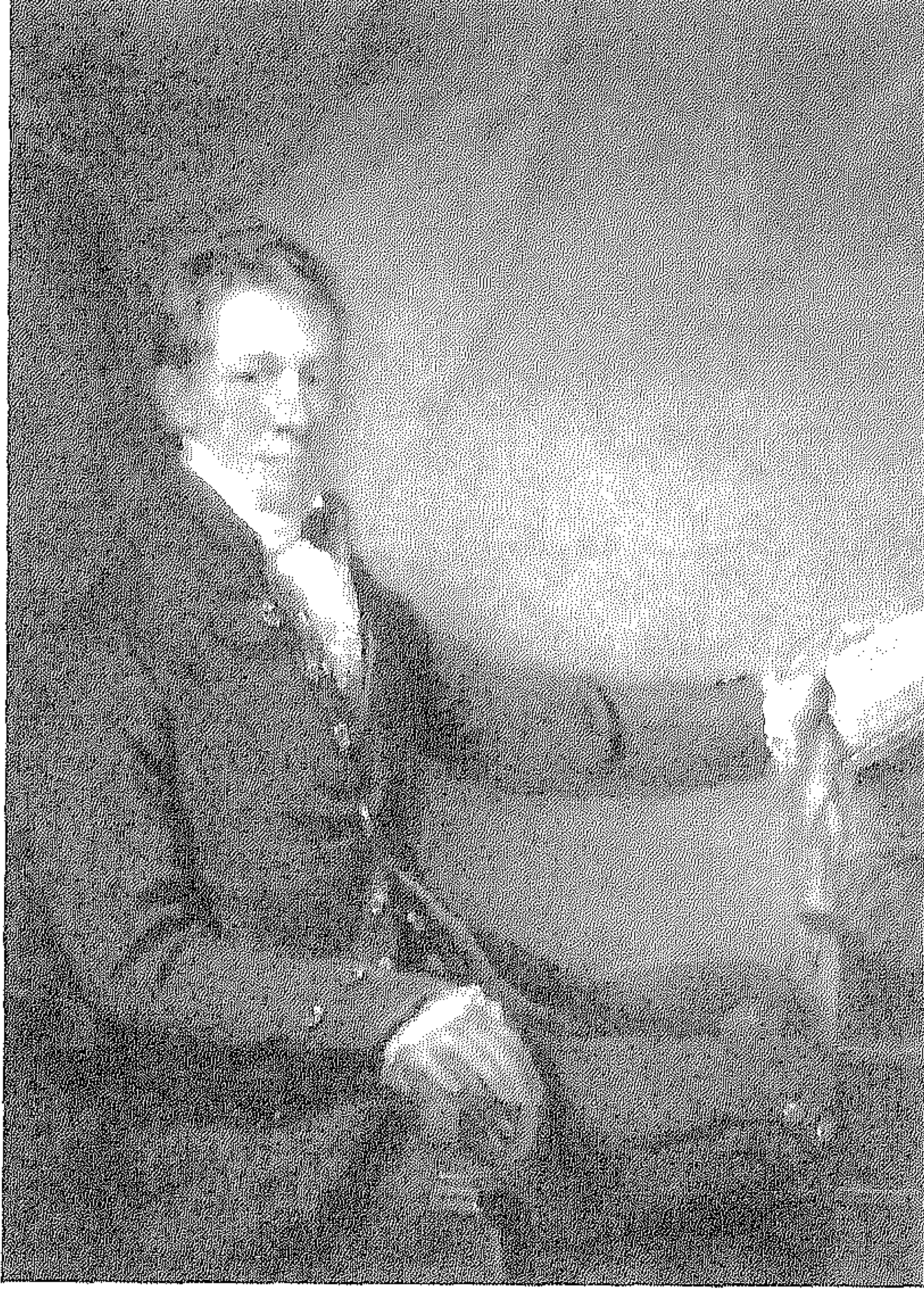
وعلى الرغم من أن ديفي كان ينوي الذهاب إلى القسطنطينية، إلا أن هذه الأزمة حملته على اتخاذ قرار بالعودة إلى إنكلترة. وقد أسهم في اتخاذ ذلك القرار أيضاً تفشي الطاعون في مالطة ومناطق شرقي البحر المتوسط وعدم الاستقرار السياسي الناجم عن فرار نابليون من إيلبا. وأرسل فارادي رسالة إلى موطنه يعلمهم بسعادته بقرار العودة، ووصلت المجموعة إلى لندن في 23 نيسان عام 1815.



قدم ألساندرو فولتا العمود الفولتي هذا أو البطارية إلى فارادي. وكان فولتا قد اكتشف في عام 1800 بأن عموداً من أقراص من الفضة والزنك والورق المقوّى الندي موضوعة على التناوب ينتج تياراً كهربائياً مستمراً.

تركت الرحلة في فارادي أثراً لا يمحى. فالسفر إلى الخارج كان بالنسبة له تجربة جديدة سمحت له بتوسيع مداركه.

وكانت زيارة المواقع ذات الأهمية العلمية والتاريخية تثقيفاً بحد ذاتها، وأتيحت له بالطبع فرصة فريدة للقاء كثير من العلماء الرواد في أوروبة شخصياً. وبقي فارادي طيلة حياته ممتناً للسير همفري رغم المشاحنات التي نجمت عن تكليفه بأعباء الخدمة وعن عجرفة السيدة ديفي، ولم يقبل مطلقاً الإصغاء إلى إنتقاد له منذ ذلك الحين.



كتب فارادي أثناء رحلته الأوربية بصحبة همفري ديفي إلى صديق له «إن وجود السيد همفري ديفي الدائم هو مصدر معرفة وتطوير لا ينضب، وتحملني الفرص العظيمة المتاحة لي لتحسين معارفي في الكيمياء والعلوم باستمرار على اتخاذ القرار بمتابعة الرحلة معه حتى نهايتها.

سر فارادي بإعادة تعيينه في المؤسسة الملكية في أيار عام 1815، إثر تطور معارفه بفضل تلك الرحلة الشاقة، كمساعد ومشرف على أدوات مختبره وعلى مجموعة المعادن. ورغم أن الزيادة المتواضعة في الراتب (ليصبح 30 شيلينغ أسبوعياً)، وتوفير مسكن في الطابق الأخير من مبنى المؤسسة الواقع في شارع ألبيمارل (قبل أن يصبح مقر إقامة المدير) لم تكن متناسبة والمهارات التي تتطلبها الوظيفة الجديدة، إلا أنه كان سعيداً بذلك. وكُلف إضافة إلى مسؤوليته عن سلامة المختبر ومحتوياته، بتقديم خدمات تحليلية وعلمية أخرى لأعضاء المؤسسة.

وقد وطدت تلك الوظيفة ارتباط فارادي المستديم بالمؤسسة الملكية، وقد أسهمت تلك العلاقة كثيراً بنجاحه المستقبلي كعالم. ولم يكن بمقدور أي مكان آخر على وجه الأرض أن يوفر له إمكانية قضاء قرابة 40 سنة في تتبع ميله الطبيعي للبحث والتقصي، مزوداً بمختبر وبمساعد وبمكتبة وبشقة تقع فوق مكان العمل. وعلاوة على ذلك، لم يكن مكلفاً بأعباء تدريسية، على نقيض

خلفه، باستثناء مجموعة محددة من المحاضرات في المؤسسة، مما جعله قادراً على متابعة عمله على سجيته إلى حد مقبول.

كما وفرت المؤسسة الملكية لفارادي مرشداً خاصاً طيلة سنوات عدة، كان من رواد الكيمياء في عصره. وكان ذلك الشخص السير همفري ديفي بالطبع. وبالرغم من أن علاقتهما قد تدهورت فيما بعد نتيجة الحقد والغيرة التي أظهرها ديفي، إلا أن الفضل يعود إليه أكثر من أي شخص آخر في توجيه فارادي بالاتجاه الصحيح، وفي تعليمه المهارات التجريبية، وفي تشجيعه على المضي قدماً في سلوكه المنهجي الطبيعي، وفي تقديم نموذج للتواصل العلمي الميسر. ويعود الفضل الرئيسي في تطور مايكل فارادي العلمي إلى المؤسسة الملكية ورعاية ديفي.

كان مبنى المؤسسة الملكية مؤلفاً من ثلاثة أقسام. أولهما قبو اشتمل في زمن فارادي على غرفتين رئيسيتين. ويقبع مختبر الكيمياء الشهير في الخلف وهو يتصل بمدرج محاضرات صغير كان فيما مضى موقع المطابخ. أما الغرفة الواقعة قبالة القبو، والتي كانت فيما مضى صالة للخدم فقد أضحت في آخر الأمر المختبر المغنطيسي لفارادي، وكانت موصولة بقبو صغير قطنته قديماً ذات مرة مجموعة من الضفادع فأطلق عليه اسم «بيت الضفادع». ولم تكن الغرف الواقعة تحت الأرض

تستقبل سوى القليل من الضوء الطبيعي لذا كان ضوء الغاز هو مصدر الإضاءة الرئيسي. (وقد عُرف مختبر المغنطيسية باسم غرفة فارادي المظلمة وهو وصف ملائم جداً). وكان يوجد في الطابق الأول ردهة وقاعة مناقشات للأعضاء، وغرفة أخرى أو غرفتين. وكان يوجد درج كبير يقود إلى الطابق الثاني حيث توجد مكتبة أنيقة ومدخل إلى مدرج المحاضرات الشهير. وأخيراً كان هناك طابق علوي يقيم المدير فيه. وفيما كان القبو مخصصاً حصرياً للأبحاث الخاصة، وكان الطابق العلوي مقراً خاصاً لإقامة المدير، فإن الطابقين الأول والثاني كانا مفتوحين كلياً للعموم. وقد تعرف الجمهور في مدرج المحاضرات هذا إلى ديفي وفارادي والسلسلة الطويلة من خلفائهما. وكان فارادي في كل من «العوالم» الثلاثة الشخص ذاته بالقيم ذاتها، بخلاف ما أطلقه بعض الناس، ولو أن سلوكه كان مختلفاً في كل منها.

عاش فارادي منذ عام 1816 في ذاك المكان، وفي أعلى طابق في المبنى بعيداً عن الدخلاء. ولم يكن يفتقر إلى الأصدقاء الذين التقى معظمهم في سيتي فيلوزوفيكال سوسايتي. واستناداً إلى مراسلاته مع بنجامين آبوت لم يكن لديه وقت للشعور بالوحدة، ونادراً ما وجد الوقت لتلبية دعوات العشاء. ولم يقطن بعيداً عن أمه وأخيه وأخواته فكان يلتقي بهم بانتظام أيام الأحد. ويبدو أن مايكل فارادي قد واظب على ما كان عليه في طفولته من حضور الصلاة الساندمانية في حديقة بول رغم أنه لم يكن

عضواً بعد. وكان يستمع أسبوعاً تلو الآخر إلى قراءة وشرح الإنجيل ويشارك بصوته الشجي مع جوقة إنشاد التراتيل. وقد تبنى قيمهم بشكل تدريجي، ربما عن غير إدراك بادئ الأمر، إلى أن انضم إلى تلك الجماعة عن قناعة عميقة.

واندمج عالم فارادي الأسري بشكل لا انفصام فيه بعالمهم الخاص. إذ شهدت حياته منعطفاً غير متوقع وإيجابي لدى وقوعه في غرام ساره بارنارد ابنة صائغ فضة، والتي كانت عضوة في طائفته الساندمانية (وكانت تصغره بتسع سنوات). وكان فارادي قد رفض بدايةً فكرة الزواج خشية أن يصرف انتباهه عن عمله، وبلغ به الأمر حد كتابة قصيدة مباشرة عن هذا الموضوع:

ما هو وباء حياة الإنسان وبلاؤها؟

وما هي اللعنة التي غالباً ما تأتي بزوجة؟

إنه الحب

ما هي القوة التي تدمر أشد القدرات العقلية متانة لدى الرجل؟

ما الذي يضلل واحسرتاه مضيفه بالغ اللطافة؟

ما الذي يأتي بتنكر مخادع خاطئ

فيجعل من الذين كانوا حكماء مغفلين وأغبياء؟

إنه الحب

إلا أن عدم ثقة فارادي بالزواج تبخرت عندما أدرك أنه يحب سارة، فسعى لخطب ودها ببطاقة يحتفظ بها

عادة لإستقصاءاته العلمية. وتكللت مساعيه بالنجاح إذ عقد قرانهما في 12 حزيران 1821. وحيث أنه كان يتوجب إجراء جميع الزيجات الإنكليزية في ذلك الوقت أمام كاهن من الكنيسة الإنجليكانية، اضطر الزوجان فارادي للحضور إلى كنيسة القديس فيث في وسط لندن حيث تم تسجيل زواجهما دون إجراء طقوس دينية.

كان زواجهما بالغ السعادة وتعبر الرسالة التي كتبها مايكل إلى سارة في الأيام الأولى لزواجهما عن مدى سعادتهما:

> والآن يا فتاتي العزيزة. يجب أن أضع العمل جانباً. لقد تعبت من التفاصيل المملة للأشياء، وأريد أن أتكلم عن حبي لك، وأنا محق في ذلك مهما كانت الظروف... آه يا عزيزتي سارة، قد يبذل الشعراء والفنانون جهدهم في وصف أو تصوير السعادة التي يشعر بها قلبان يحبان بعضهما البعض بصدق، إلا أنهم سيعجزون عن تحقيق ذلك، لأنه يصعب إدراكه وتصوره على من لم يخبره. لقد شعرت بذلك وأشعر به الآن، وإنني لأعجز عن وصف ذاك الشعور أنا أو أي رجل آخر، ولكن ذاك ليس بالأمر المهم. فنحن سعداء وقد باركنا ربنا بأن أعطانا ألف سبب يستوجب محبتنا لبعضنا البعض. وداعاً وإلى اللقاء هذا المساء.

طلب فارادي بعد أيام من زواجه عضوية الكنيسة الساندمانية التي كانت زوجته قد انتسبت إليها قبل ذلك بسنتين. ومن المرجح أن زواجهما قد حثه على القيام بذلك، رغم أنه كان قد أجاب ساره، لدى سؤالها إياه عن سبب عدم تباحثهما سابقاً بمسألة انضمامه، بالقول

«إن هذا أمر بيني وبين إلهامي». لقد كان انضمامه إلى حد ما نتيجة طبيعية لعملية بدأت منذ طفولته، كانت ذا مغذى كبير للغاية بالنسبة إلى فارادي. ونظراً لأنه قد التزم بفهم الحقيقة فقد حصل على استقبال مميز، وقبلة مميزة وترحيب حار بانضمامه إلى جماعتهم لقد سانده زواجه السعيد بساره كثيراً طيلة حياته إضافة إلى زياراته الأسبوعية إلى جماعة الساندمانية. وقد أرجع صديقه جون تيندال طاقة فارادي وقوته اللامحدودتين اللتان تبدوان عليه طيلة الأسبوع إلى «تمارين الأحد» مضيفاً أنه «كان ينهل يوم الأحد من ينبوع ينعش روحه طوال الأسبوع».

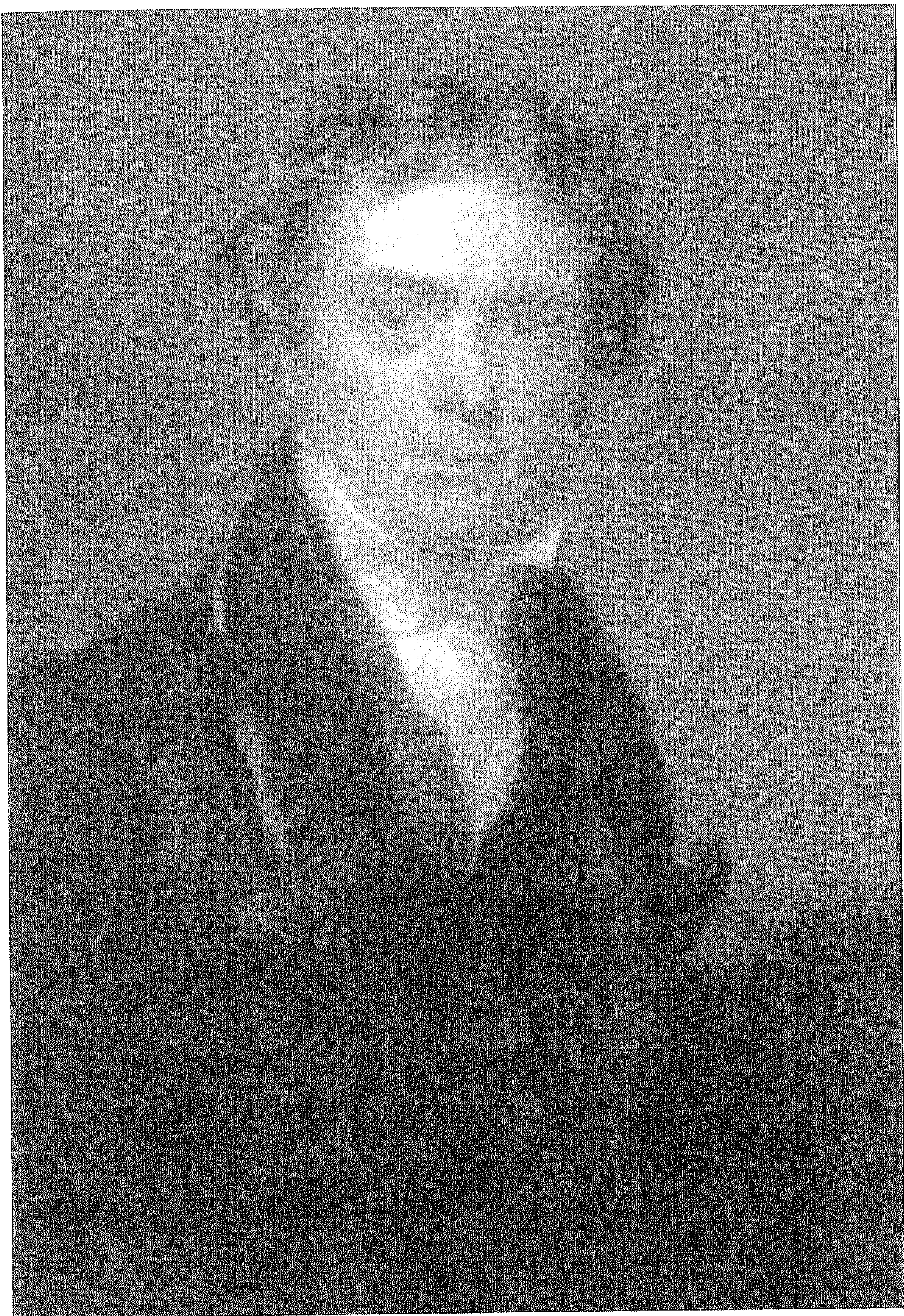
الفصل

5

أولى التجارب في الكيمياء

اشتهرت المؤسسة الملكية في مطلع القرن التاسع عشر بعلم وحيد هو الكيمياء. وكان علم الكيمياء أيضاً أول موضوع ألهب خيال فارادي في سيتي فيلوزوفيكال سوسايتي. وقد لفت فارادي في الواقع أنظار الجالية العلمية الواسعة إليه بادئ الأمر بفضل أعماله في الكيمياء، على الرغم من أنه كان يستطيب لنفسه لقباً قديماً هو «الفيلسوف الطبيعي». وتقف أسباب عديدة أخرى وراء خضوع فارادي للكيمياء، إلى جانب توجه المؤسسة الملكية التقليدي نحوه.

لقد شهد مجال الكيمياء في عام 1815 تقلبات هائلة. إذ خضع خلال السنوات الأربعين التي سبقته لثورتين رئيسيتين. ارتبطت الأولى، التي عرفت تقليدياً باسم



الشاب مايكل فارادي في مطلع سيرته المهنية المتألقة، وعلى الأرجح بعيد انضمامه إلى المؤسسة الملكية.

«الثورة الكيميائية»، بأعمال أنطوان لافوازييه في فرنسة والتي أعادت تعريف الوحدات العلمية التي تدعى العناصر الكيميائية. واقترح جون دالتون بعيد ذلك نظريته التي تنص على أن كلاً من تلك العناصر مكون من ذرات متماثلة لها ذات الوزن، إلا أنها تختلف عن ذرات أي مادة أخرى (وقد شاطر فارادي بادئ الأمر ديفي شكوكه في هذه النظرية). ومع توفر وضوح جديد لكتل البناء الأساسية في الكيمياء، صار بالإمكان توقع تحقيق تطور كبير في تحديد مكوِّنات طيف واسع من المواد المألوفة يتراوح بين الطباشير والسكر. وكانت إمكانية الكشف عن ماهية المادة، التي تتيحها الثورة الكيميائية الأولى، لتعجب كثيراً الجانب الساندماني من فارادي، الذي يعتقد بأن الكون هو من صنع الله تعالى وأن القوانين التي تحكم الكون تتسم بالتنظيم والأناقة.

أما الثورة الكيميائية الثانية فكانت شديدة الاختلاف عن الأولى، على الرغم من اعتمادها عليها بصورة جزئياً. وقد كان لهذه الثورة نتائج على المجتمع أكثر أهمية بكثير على المدى القصير، من أفكار لافوازييه أو دالتون أو حتى ديفي. لقد كانت تطبيقياً جديداً، برغم محدوديته، للقوانين الكيميائية على الإنتاج واسع النطاق للسلع إبان الثورة الصناعية. إذ احتاجت مصانع النسيج الضخمة التي انتشرت بكثرة في الشمال البريطاني مطلع القرن التاسع عشر إلى كميات كبيرة من الصابون (لغسل موادها الخام ومنتجاتها)، ومن الزجاج (للتزود بضوء النهار). وكانت

الثورة الكيميائية الأولى

بدأت الثورة الكيميائية الأولى مع أعمال الكيميائي الفرنسي أنطوان لوران لافوازييه. إذ أعادت تعريف الوحدات العلمية المسماة العناصر الكيميائية. كما أكدت أفكار لافوازييه الدور الذي يقوم به الأكسجين، وهو أحد تلك العناصر، في عملية الاحتراق، داحضة بذلك «نظرية اللاهوب»، التي كانت تزعم بأن إحراق مادة يتسبب بتحرير مادة أخرى إفتراضية تدعى اللاهوب (الفلوجستون).

وقد توصل لافوازييه إلى أن الكثير من الغازات الجديدة، التي تم الكشف عنها قبل مدة وجيزة، هي اتحادات للأكسجين مع عناصر أخرى أي بتعبير آخر، أكاسيد. وفيما لو كانت تلك المركبات مشتقة من عناصر لا معدنية (كالكبريت والنتروجين والفوسفوروز)، فإنها تنزع لأن تكون حامضية، وبالفعل فإن كلمة أكسجين التي أطلقها لافوازييه تعني «منتج الحمض». ولم ينجز لائحة تلك الغازات بأكملها، مما أبقى على إمكانية كسر عدة أجسام غير مفككة بعد إلى عناصرها في يوم من الأيام مع احتمال الكشف عن عناصر جديدة.

وقد كانت المؤسسة الملكية المكان الذي جرى فيه الكشف عن بعض تلك العناصر في واقعة تعتبر الأكثر إثارة. إذ استخدم همفري ديفي في عام 1807 تقنية تعرف باسم التحلل الكهربائي لعزل العناصر المعدنية ذات التفاعلية العالية الصوديوم والبوتاسيوم، وهي من مكونات مادتي الملح والبوتاس المألوفتين. ثم جرى بعد فترة وجيزة الكشف عن عناصر أخرى في مختبر ديفي وفي السويد على يد جي جي برزليوس. وقد جرى عزل العناصر الآتية والإقرار بكونها عناصر جديدة خلال الخمس عشرة سنة الأولى من

القرن التاسع عشر: البلاديوم والسيريوم والأُزميوم والروديوم والإيريديوم والبوتاسيوم والصوديوم والباريوم والسترنتيوم والكالسيوم والمغنزيوم والبورون واليود (أي 13 عنصر من الخمسين عنصر أو نحو ذلك المعروفين آنذاك).

وكان لنظريات جون دالتون الكيميائي من مانشستر الفضل في تحقيق تطوير أبعد مدى للكيمياء في إنكلترة وذلك بعد سنوات قليلة من أعمال لافوازييه (ومن إعدامه بالمقصلة في عام 1794 خلال عهد الإرهاب إبان الثورة الفرنسية). فهو الذي وضع أول نظرية ذرية كيميائية تنص على أن كل عنصر كيميائي مكون من جزيئات فردية صغيرة جداً تدعى الذرات، جميعها متماثلة، لكنها مختلفة عن ذرات جميع العناصر الأخرى. فإذا ما عرفت الأوزان النسبية (أي الأوزان الذرية) يصبح بالإمكان تحليل مركب، وثم تحديد نسب الذرات الفردية (ذرتي كربون مقابل أربع من الهيدروجين، على سبيل المثال) استناداً إلى وزن كل عنصر.

كلتا المادتين تصنعان من الصودا (كربونات الصوديوم)، والتي كانت قد أضحت لتوها منتجاً واسع النطاق هي الأخرى. وكانت صناعة تلك الصودا تحتاج إلى الملح والحجر الجيري وحمض الكبريت، لذا أخذت مصانع صودا ضخمة بالانتشار في كل أنحاء بريطانية. وتبين أن عنصر الكلور شديد الفعالية في تبييض الكميات الوافرة من القماش المنتجة يومياً من قبل كل مصنع، وكان إنتاج الكلور أيضاً يحتاج إلى حمض الكبريت والملح.

ويمكن الدفاع عن أن الثورة الصناعية لم تكن لترى النور لولا الثورة الكيميائية الثانية، التي أظهرت أنه بالإمكان استخدام الكيمياء لما فيه نفع الجنس البشري. وقد وجد فارادي هذه الفلسفة متوافقة جداً مع إيمانه الساندماني. إذ تحدث عن «عطايا الله» التي وضعها في خدمة البشرية، وعن الطبيعة المسخرة «لما فيه نفعنا»، وعن تطبيق القوانين العلمية لزيادة سعادة البشرية. وقد كان صادقاً في ذلك إذ ابتعد عن المراكز الهندسية والنسيجية الهامة. كما أنه تبنى الازدراء الساندماني لكسب المال بغاية جمع ثروة شخصية، وكان يعتبر أن ما يعود بالنفع على الروح أهم بكثير مما يعود بالنفع على الجسد.

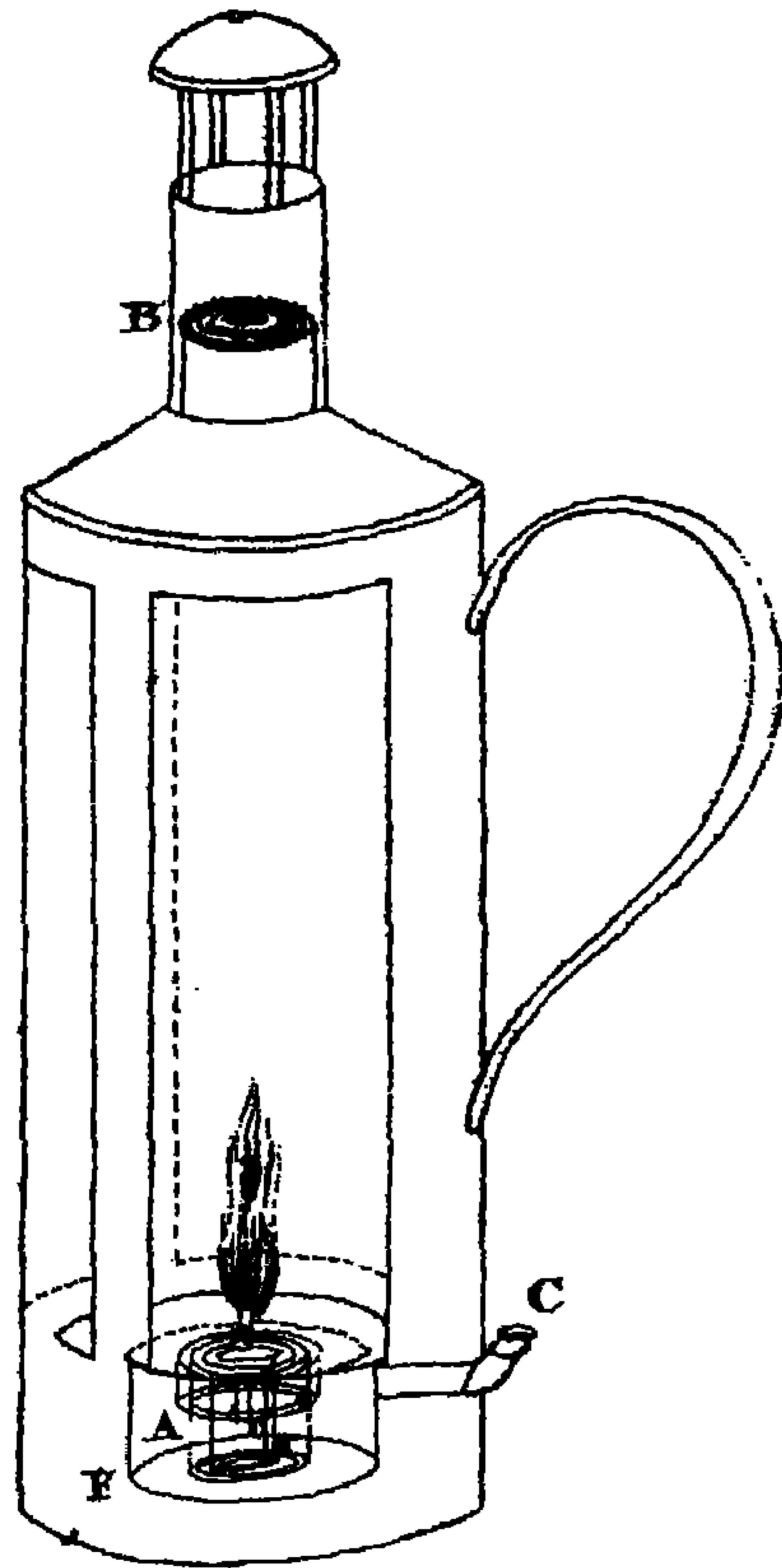
لكنه حافظ على التزامه بتطبيق العلم لما فيه نفع البشر، ورجحت في عام 1815 كفة الكيمياء لأن تكون المجال العلمي المختار.

وقد مثل تعيين فارادي كمساعد ومشرف على أدوات

مختبر المؤسسة الملكية وعلى مجموعة المعادن فيه نقلة نوعية في سيرته المهنية، ومع أنه فقد بذلك الفوائد التي كان يجنيها من إشراف السير همفري ديفي المستمر والدقيق عليه، لكنه حصل على تعويضات أخرى، من أهمها النفاذ إلى مكتبة المؤسسة الضخمة وما تشتمل عليه من كتب علمية ودوريات بعضها نادر جداً. وقلة من العلماء الطموحين بعمر فارادي من أتيح له استخدام ذاك المختبر وتلك الأدوات التي كلف بالمساعدة في الإشراف عليها. كما تضاف إمكانية حضور المحاضرات ومقابلة الناس أيضاً إلى رغبته العارمة بترقية مستواه.

واستمر ديفي في إرشاد فارادي خلال تلك السنوات الأولى على الرغم من أنه لم يعد أستاذ كيمياء في المؤسسة. وكُلف فارادي بعد عودتهما من أوروبة بمساعدة ديفي في أبحاثه لصنع مصباح آمن لعمال مناجم الفحم. وكان عمال المناجم في تلك الأيام يستعملون في أغلب الأحيان الشموع ليتمكنوا من الرؤية وهم تحت سطح الأرض. لكن غاز الميتان الذي غالباً ما يتواجد في مناجم الفحم، يشكل لسوء الحظ مع الهواء مزيجاً

ابتكر همفري ديفي مصباحاً آمناً يشتمل على نوافذ ذات شبكة سلكية تحجب اللهب بفعالية، بغية التغلب على خطر الغازات القابلة للاشتعال الموجودة داخل منجم الفحم، فيما لو تسرب إليها لهب من مصباح عامل المنجم، وقد أنقذ ذلك المصباح مئات الأرواح لكن ديفي رفض عن نبل التقدم بطلب براءة اختراع لمصباحه.



قابلاً للانفجار لدى تماسه مع اللهب. وقد تسببت قابلية الاحتراق تلك بحوادث مأساوية كثيرة كان أغلبها مميتاً. وأجرى ديفي وفارادي أواخر عام 1815، أبحاثاً مكثفة دامت بضعة أسابيع بهدف إيجاد حل لتلك المشكلة الخطيرة. وأثبتا أن تغطية اللهب بنسيج سلكي يسمح للهواء بالدخول لكنه يمنع اللهب من الانتقال إلى الجو المحيط. كما أجريت في عام 1816 تجارب إضافية.

مثّل كامل المشروع في واقع الأمر دراسة مبكرة لانتشار اللهب واحتراق الغاز، جاءت سابقة جداً لأوانها من نواح كثيرة. وكان المشروع بالنسبة إلى ديفي برنامجاً منهجياً فريداً. وقد ساعد فارادي ديفي كثيراً في هذا العمل، وقد يفسر ذلك الطابع المنهجي للدراسة. وتمثل بذلك المساعدة التي قدمها فارادي مساهمة رئيسية في سلامة عمال المناجم وفي تطوير صناعة التعدين في بريطانية، إلى جانب كونها بداية ميمونة لمسيرته البحثية في المؤسسة الملكية.

كما كان بالإمكان رؤية أثر ديفي بصورة قاطعة في جهود فارادي المبكرة في التحليل الكيميائي. وتضمن أول بحث نشره فارادي في عام 1816 بالفعل عرضاً مفصلاً لنتائج إحدى التجارب التي أجراها وديفي خلال جولتهما الأوروبية الطويلة. وكانت التجربة تحليلاً لهدروكسيد الكالسيوم، أو الجير الكاوي كما كان ديفي وفارادي يسميانه، والذي وجداه في ينابيع توسكاني الحارة. وعلّق

فارادي على ذلك «كان ذلك البحث بداية تواصلي مع الجمهور، وكانت نتائجه هامة جداً بالنسبة لي». كما أقر بأن ديفي هو من دفعه للعمل في هذا المشروع، وقد أضاف ديفي بالفعل إلى المقالة استنتاجاته الخاصة المبنية على تحاليل فارادي.

واستمر فارادي، إضافة إلى ذلك، في العمل مع ويليام براند خلف ديفي كأستاذ للكيمياء في المؤسسة الملكية. وأقام براند سلسلة سنوية من المحاضرات في الكيمياء لطلبة الطب، فساعده فارادي في تحضير التجارب العملية وهي واحدة من أنجع الطرائق لتعلم ما يمكن القيام به في الكيمياء من عدمه. كما كان براند ناشر ومؤسس جورنال أوف سينس أند ذي أرتز (مجلة العلوم والفنون) التي كان للكيمياء فيها حصة الأسد. وقد ساعده فارادي في تحرير المجلة مما أتاح له قراءة كثير من المقالات البحثية لكيميائيين من كل حدب وصوب. ولم يقتصر الأمر على إلقاء نظرة سريعة عليها فحسب، إذ تطلبت مهمة التحرير قراءة دقيقة وناقدة لكل جملة، مما أسهم في تعزيز معارف فارادي النظرية وبراعته العملية على حد سواء. وشق المساعد الشاب طريقه في غضون ذلك بالإطلاع على المجلات الأخرى المتوافرة في المكتبة وتدوين ملاحظات وافرة عنها. وبلغت تلك الملاحظات حجماً هائلاً مما دفع في نهاية الأمر مجلد الكتب السابق إلى تفريق صفحات نسخة من كتاب ويليام براند المدرسي الذي ألفه بعنوان «الوجيز في الكيمياء»

وإدراج ملاحظاته الخاصة بين ثناياه ثم إعادة تجميعه في ثلاث مجلدات.

واضطلع فارادي في تموز من عام 1819 بمهمة ذات طابع مختلف كلياً، هي تحليل خامات الحديد التي زوده بها جي جي غست صاحب مصنع للحديد في داوليه جنوبي ويلز. وبدأ فارادي وصديقه إدوارد ماغراث رحلة على الأقدام عبر ويلز بناءً على دعوة من غست لزيارة مصنعه وقاما أيضاً، بعد قضاء ثلاثة أيام ممتعة في داوليه، بزيارة مصنع فيفيان على مقربة من سوانسي حيث تعلما استخراج النحاس وتنقيته.

وقام فارادي بين عامي 1818 و1822 بمساعدة جيمس ستيوارت، أحد أعضاء المؤسسة في دراسته لسبائك الفولاذ ووجد مُصنّع السكاكين ستيوارت في ابن الحداد شريكاً مفعماً بالحماس. وتمثل هدفهما في تحليل الفولاذ من الصنف الجيد وإعادة إنتاجه في المختبر، لكنهما لم يحققا نجاحاً كبيراً، إلى أن قام فارادي بزيارة مصنع النحاس الويلزي عام 1819. حيث لاحظ أن إضافة معدن كريم (كالذهب أوالفضة أوالبلاتين) يسمح بتقسية النحاس. فافترض أن ذلك قد يصلح أيضاً في حالة الحديد. فقام وستيوارت بخلط الفولاذ مع الحديد وذلك بصهر المعادن داخل فرن عالي، صممه فارادي خصيصاً لهذه الغاية، قادر على الوصول إلى درجات حرارة عالية جداً. ولكن تبين أن المحلول على الرغم من متانته، غير ملائم من الناحية العملية بسبب التكلفة العالية للمعادن الكريمة.

وحقق فارادي بحلول عام 1819 شهرة كأفضل كيميائي في بريطانية. حيث قام بتحليل الصلصال والخلائط

This HOTEL is erected amidst the wildest and most magnificent scenery, on a precipice contiguous to the Devil's Bridge, commanding a view of the grand Cataract of the Rhydol and within hearing of the tumultuous falls of the Mynach.

HAFOD ARMS Hotel, DEVIL'S BRIDGE.

Distant from *Hafod* 5 miles; from the Ruins of *Strata florida Abbey* 9; *Aberystwyth* 12; from *London* 199 miles.

Height of the Cataracts. From the bridge to the water 114 feet; first fall 18 feet; second 60; third 20.

Grand Cataract 110 feet; total from the bridge to the bed of the river 322 feet.

Visitors may be accommodated with a Guide.

	£	s.	d.
Breakfast			
Dinner			
Tea and Coffee			
Supper			
Wine			
Negus—Punch			
Brandy—Rum—Gin			
Ale—Porter—Tobacco, &c.			
Cider—Perry			
Writing Paper			
Servants' Eating, &c.			
Hay and Corn			
Washing			
Farrier			
Fire in Bed-room			
Post Chaise			

احتفظ فارادي ببطاقة فندق هافود أرمز في المنطقة الجبلية غربي ويلز كتذكار من جولته على الأقدام هناك بعام 1819.

المعدنية ومواد أخرى تلبية لاستشارات في أغلب الأحيان، كما طُلب منه الإدلاء بشهادته كخبير في دعاوى قضائية. وكانت أول شهادة له أمام المحكمة في عام 1920 عندما طلب إليه، إضافة إلى ديفي وبراند وتوماس تومسون وكيميائيين آخرين، الإدلاء بشهادتهم أمام محكمة القضايا العامة، وهي محكمة مدنية في لندن.

وكانت المحكمة تنظر في قضية رفعتها شركة لتصنيع السكر (تقوم بتكرير السكر الخام) أتى حريق على مبانيها، وشهد فارادي لصالح شركة التأمين التي كانت ترفض دفع استحقاقات الشركة وكان موضوع الدعوى تحديد ما إذا كان سبب الحريق اشتعال الزيت المستخدم في عملية تكرير السكر أو اشتعال السكر بحد ذاته. وقد حاولت شركة التأمين أن تبرهن على أن المطالبة تنضوي على احتيال في الحالة الأولى حيث أن الشركة لم تصرح عن مصدر الخطر ذاك. في حين صرح صناع السكر بأن الزيت لا يمكن أن يشتعل عند درجات حرارة أدنى من 580 فهرنهايت (304 مئوية). وقام فارادي بفحص كميات كبيرة من الزيت وبيّن أن بمقدوره الاشتعال عند درجات حرارة أخفض من تلك بكثير، واستنتج أن الزيت قد يكون بالفعل سبباً أساسياً للحريق. وقررت المحكمة في نهاية الأمر براءة شركة السكر من تهمة الاحتيال لكن شهادة فارادي أبطلت الدعوى.

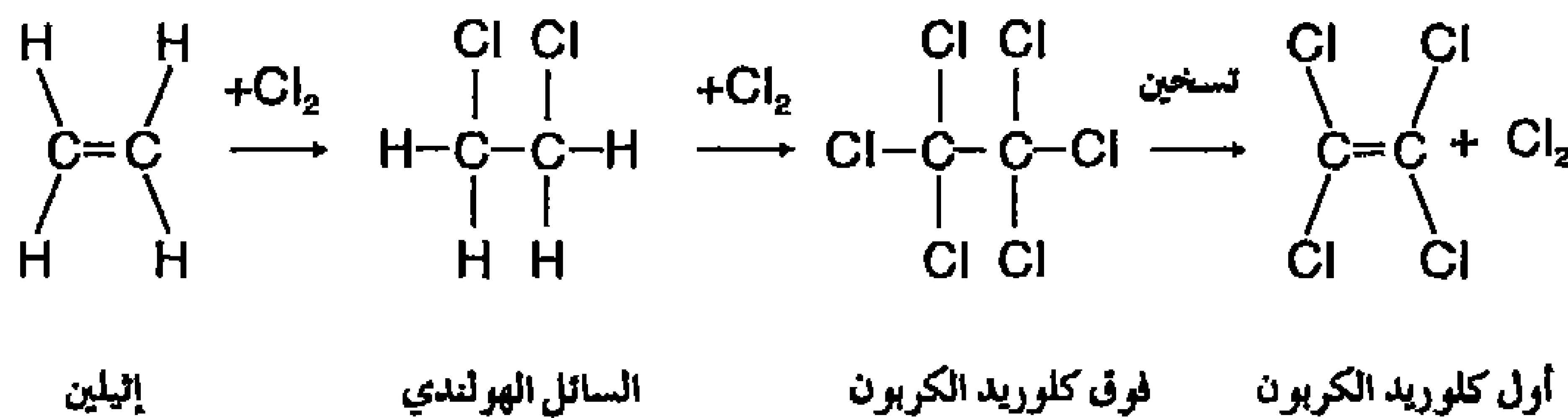
وقد أبرزت هذه القضية ثلاثة نقاط رئيسية. فإبطال

الحجج التي قدمها شهود الطرف الآخر وتنامي شهرة فارادي قد أسهما على الأرجح في زيادة مشاعر المنافسة الغيورة لدى ديفي. وبدأ شرخ بالظهور في علاقتهما. واشتملت أبحاث فارادي، إضافة إلى ذلك، على تسخين الزيت ومراقبة نواتج انحلاله، وسرعان ما طبق تلك العملية على منتجات أخرى. وختاماً أظهرت تلك القضية المرتبة المتواضعة للكيميائي في المجتمع البريطاني في ذلك الوقت. حيث لم يكن يحق للشاهد المطالبة بالنفقات إلا إذا كانت له مرتبة مهنية (محامي أو طبيب أو كادر كنسي). وقضت المحكمة بأن عمل الكيميائي الذي يقوم على «إجراء تجارب» لا يفوق عمل الميكانيكي مهنيةً، مما جعلها ترفض مطالبة ديفي وفارادي والآخرين لها بتعويض النفقات التي تكبدوها. وبقي ذلك الحكم القضائي سارياً طوال سنوات كثيرة لاحقة. ولم يتمكن الكيميائيون من الحصول على اعتراف قانوني بوضعهم المهني إلا بعد نصف قرن من النضال، بالرغم من معقولية أسس المطالبة التي رسمها فارادي وزملاؤه بين عامي 1820و1821.

كانت سنة 1821 نقطة تحول في مسيرة فارادي العلمية، إذ بدأت تجاربه بتسليط الضوء على كثير من الجوانب الجديدة في الكيمياء، بما في ذلك علم الكيمياء العضوية الناشئ، وهو فرع من الكيمياء يعنى بالمركبات الكربونية في الكائنات الحية ومعظم المركبات الكربونية الأخرى. إذ تساءل فارادي عن سبب عدم اتحاد الكلور

مع الكربون كيميائياً، كما هو شأن غالبية اللامعادن. وأجرى عدداً من التجارب بين عامي 1821 و1822 للعثور على الإجابة.

وكان الكيميائيون الهولنديون في القرن الثامن عشر قد اكتشفوا أن تفاعل الإثيلين C_2H_4 مع الكلور Cl_2 يعطي ما أُطلق عليه «السائل الهولندي» (وصيغته $C_2H_4Cl_2$ وهو ما يدعى الآن ثاني كلوريد الإثيلين). وأثبت فارادي أن تعرض السائل الهولندي إلى كمية زائدة من الكلور يخلصه من كامل الهيدروجين وينتج مركب أطلق عليه اسم «فوق كلوريد الكربون» C_2Cl_6 كما وجد أن تمرير بخاره عبر أنبوب متوهج بالحرارة يقود إلى كلوريد كربون آخر C_2Cl_4 أطلق عليه «أول كلوريد». وصار لأول كلوريد الكربون والذي يُعرف اليوم باسم رباعي كلوريد الإثيلين، دور هام كمادة مذيبة تستخدم بكثرة في التنظيف الجاف. وأنتج فارادي أيضاً النظير اليودي للسائل الهولندي عبر معالجة الإثيلين باليود.



تركيب كلوريدات الكربون

كما ركز جهوده أثناء تلك الفترة على مجال آخر ألا وهو دراسة الغازات، أو ما يعرف باسم الكيمياء النفحيّة؟ إذ ساد الاعتقاد حتى القرن الثامن عشر بأن الغازات المنفصلة التي نعرفها اليوم، ما هي إلا أنواع مختلفة من الهواء. ثم بُرهن على الاستقلالية الكيميائية للغازات، وكُشف النقاب عن كثير من الأمثلة بفضل علماء رواد مثل أنطون لافوازييه وجوزيف بريستلي وهنري كافنديش والكيميائي السويدي اللامع كارل ولهلم شيلي الذي فاق أقرانه من حيث عدد الغازات الجديدة التي اكتشفها. ويعتبر الكشف عن أن الكلور إنما هو غاز، من أهم إنجازات شايلي. وقد أجرى السير همفري ديفي، وهو أول من ميز الكلور كعنصر، كثيراً من التجارب على الغاز وتوصل إلى إمكانية اتحاده مع الماء لتشكيل جسم صلب أطلق عليه اسم «الماءات». واقترح ديفي في أحد أيام عام 1823 على فارادي تسخين الجسم الصلب في أنبوب محكم الإغلاق. ونفذ فارادي ذلك فلاحظ تشكل زيت. وقد حيرت تلك الحادثة ديفي كما فعلت بضيفه على العشاء الطبيب المشهور جون باريز، الذي قام فيما بعد بكتابة سيرة ديفي. وكان مبعث الحيرة أنه كيف يمكن للكلور وهو عبارة عن غاز أن ينتج زيتاً؟ علماً بأن المادة الوحيدة المتواجدة ظاهرياً هي الماء. وتلقى باريز صبيحة اليوم التالي رسالة موجزة مفادها:

سيدي العزيز:

لقد تبين أن الزيت الذي لاحظتموه البارحة ما هو إلا كلور

سائل.

المخلص،

م. فارادي

لقد تمكنا من إسالة غاز الكلور، دون أن يعلما بذلك، بتطبيق ضغط عليه، وذلك بوساطة تسخينه داخل أنبوب مغلق (حيث أن ضغط الغاز يتناسب طرداً مع درجة حرارته). وكان قد جرى التبليغ في سنوات سابقة عن بضعة حالات تمت فيها إسالة غازات بوساطة الضغط، إلا أنه لم يكن ديفي ولا فارادي على علم بها عندما قاما بتسخين ماءات الكلور. ثم قام فارادي في غضون أسابيع بإسالة طيف كامل من الغازات بتطبيق ضغط عليها. وقد أدرك وجود بعض الغازات التي لا يمكن إسالتها فوق درجة حرارة معينة والتي تسمى «درجة الحرارة الحرجة». وجمع بعد عدة سنوات بين تقنية الضغط هذه وتقنية التبريد بوساطة ثاني أكسيد الكربون الجليدي (الجليد الجاف)، مما سمح له باكتشاف غازات عديدة أخرى قابلة للإسالة عند درجات حرارة منخفضة إلى حد ما.

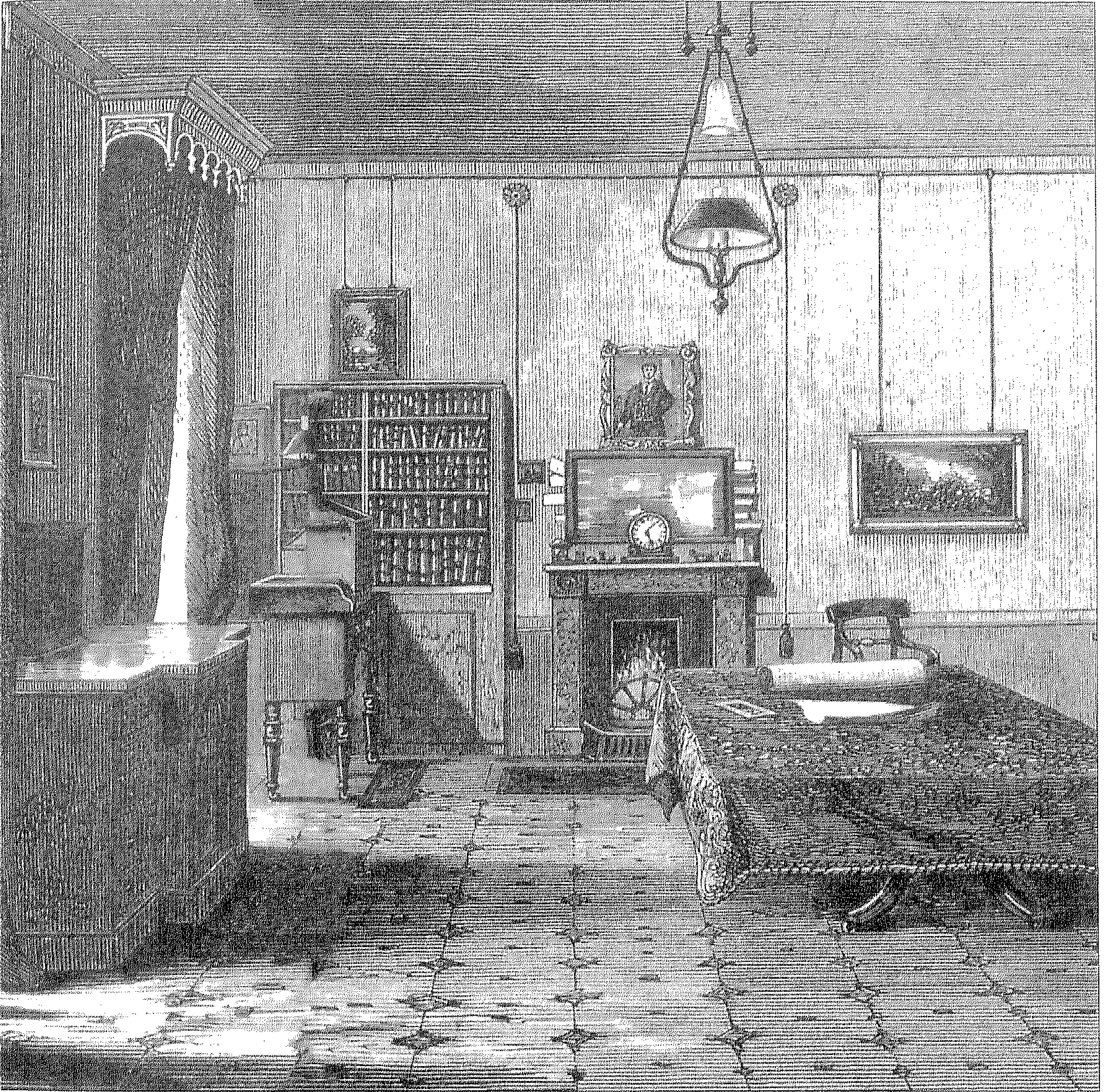
الفصل

6

أولى الأبحاث في الكهرومغنطيسية

بحث فارادي في مبادئ الدوران المغنطيسي في ذات الوقت الذي كان يجري فيه تجاربه الكيميائية، وقادت تلك الأبحاث في نهاية المطاف إلى اختراع المحرك الكهربائي. وكان الحافز وراء اهتمام فارادي بذاك الموضوع تغير نظرة بعض العلماء من معاصريه إلى الكون.

ودافع دارسو الطبيعة طوال قرون عن إمكانية تفسير جميع أحداث الكون بالاعتماد على بعض القوانين البسيطة. وبيّن السير إسحاق نيوتن في أواخر القرن السابع عشر أن قوة معينة (هي الجاذبية) لا تسهم في تفسير سقوط شيء ما من على الطاولة إلى الأرض فحسب، بل تفسر أيضاً حركة الكواكب والنجوم في السماوات. ثم برزت في مطلع القرن الثامن عشر حركة جديدة عرفت



عمل فارادي في هذا المكتب لأكثر من 40 عاماً، وأقام في شقة تعلوه في الطابق الأخير من المؤسسة الملكية حيث كان يتمعن ويدرس ويجد ملاذاً من مغريات الحياة وأسباب اللهو.

باسم الرومانتيكية حققت انتشاراً واسعاً. وقد أكدت الرومانتيكية على أهمية المشاعر والقيم، وعلى وحدة الكائنات البشرية مع الطبيعة، وعلى الانسجام السائد ضمن الطبيعة. ونشأت في ألمانية حركة مشابهة للرومانتيكية، أطلق عليها اسم الفلسفة الطبيعية، بينت على الرغم من غموضها وعدم إحكام أسسها، أن القوى التي كان ينظر إليها حتى ذلك الوقت، على أنها منفصلة قد تكون في واقع الأمر مرتبطة فيما بينها، أو حتى تمثيلات مختلفة للقوة الأساسية ذاتها.

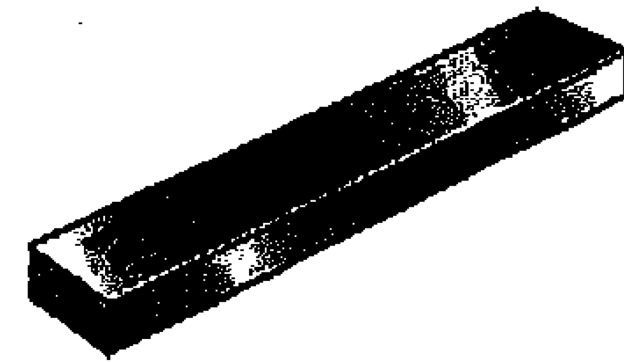
عُرفت المغانط منذ العصور القديمة، إلا أن الدراسة العلمية للمغنطيسية لم تبدأ حقيقة إلا في عهد الفيزيائي الإنكليزي ويليام جيلبرت الذي كتب في عام 1600 «دي ماغنيت ماغنتيسيك كوربوريبس أي دو ماغنو ماغنت تيلر» (حول المغنطيس والأجسام المغنطيسية والأرض المغنطيس الكبير)، والذي يعتبر أول بحث في المغنطيسية. ودرس جيلبرت أشياء كثيرة منها الأحجار المغنطيسية (معادن مغنطيسية طبيعية)، واستنتج أن الأرض ذاتها عبارة عن مغنطيس. كما درس علماء آخرون كثر طرائق تغير مغنطيسية الأرض مع سطحها، مما مهد الطريق أمام نشوء علم المغنطيسية الأرضية. وبلغت سلسلة التجارب الكمية أوجها، في القرن الثامن عشر، مع أعمال الفيزيائي الفرنسي شارل أوغستن دو كولون، الذي بيّن أن القوة بين الأقطاب المغنطيسية تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي للمسافة الفاصلة بينها.

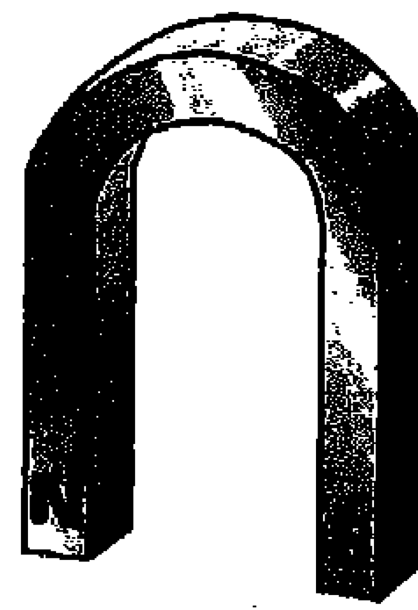
أنواع مختلفة من المغانط

تستقر جميع المغانط وفق محور جنوب ـ شمال إذا ما تدلت بحرّية في غياب تأثير مغانط أخرى. ويعود السبب في ذلك لكونها تسعى إلى الانتظام مع الحقل المغنطيسي الأرضي. ولكل مغنطيس قطبان شمالي وجنوبي، وتتجاذب الأقطاب المتعاكسة للمغانط، في حين تتنافر الأقطاب المتماثلة.

الأرض: الأرض مغنطيس طبيعي ضخم، يجتذب قطبه الشمالي القطب الجنوبي لإبرة بوصلة أو لمغنطيس آخر. والأقطاب الجغرافية للأرض لا تتطابق تماماً مع الأقطاب المغنطيسية، إلا أنه بالإمكان التسامح وقبول التقريب حيث أن الفروق في الاتجاه طفيفة.

المغانط الكهربائية: هي قضبان من حديد مطاوع تحيط بها لفائف من سلك معزول يمكن لتيار مباشر أن يمر عبره، وتصير القضبان الحديدية عند ذلك شديدة المغنطة. ومن ثَم يمكن قطع مغنطيسيتها أو إعادتها حسب الطلب.





تكون المغانط الدائمة عادةً على شكل قضبان إما مستقيمة أو محنية على هيئة حدوة حصان.

أحجار المغنطيس: هي معادن مغنطيسية طبيعية مكونة بشكل رئيسي من أكسيد الحديد المغنيتيت (Fe_3O_4) وتعود هذه التسمية إلى ماغنيزيا باليونان حيث عثر عليه لأول مرة. وقد استخدمت هذه الأحجار المغنطيسية طوال قرون لإرشاد الملاحين عند سوء الأحوال الجوية وتعذر رؤية النجوم.

المغانط الدائمة: هي قطع من الفولاذ (تتضمن غالباً الكوبلت)، أُكسبت الخاصية المغنطيسية بوساطة التدليك بمغانط أخرى أو بفعل الكهرباء. وتأخذ أيضاً اتجاه جنوب ـ شمال إذا ما علقت في الهواء، ولا تفقد مغنطيسيتها إلا إذا سُخِّنت إلى درجات حرارة عالية أو تعرضت لصدم شديد أو وضعت بالقرب من مغنطيس أقوى.

المغانط المؤقتة: هي قطع من الحديد المطاوع جرت مغنطتها إما بالتدليك بمغنطيس آخر أو بوساطة تيار كهربائي. وهي تفقد مغنطيسيتها سريعاً، ويحدث ذلك عادة ما أن ينقطع التيار.

وكان الدانمركي هانز كريستيان أورستيد، أستاذ الفيزياء في جامعة كوبنهاغن منذ عام 1806، من أوائل مناصري الرومانتيكية. وحاول أورستيد إثبات وحدة القوى المغنطيسية والكهربائية في تجربة عامة أجراها في نيسان من عام 1820، حيث وضع بوصلة مغنطيسية (وهي داخل علبتها الزجاجية) تحت سلك رفيع من البلاتين مباشرة، ثم قام بتمرير تيار كهربائي عبر السلك، فلاحظ انحرافاً واضحاً رغم صغره لإبرة البوصلة. ونشر بعد ثلاثة أشهر نتائج تلك التجربة وضمّنها ملاحظات حول اتجاه الانحراف وعدم أهمية المادة المصنوع منها السلك أو وجود أشياء متخللة، إضافة إلى تخمين مدهش بأن نوعاً ما من القوة الدائرية المحيطة بالسلك هو السبب في ذلك.

وقد أحدثت مقالته ضجة عبر أوروبة. وقام علماء بارزون آخرون بإجراء تجارب مماثلة، ومنهم أندريه ماري أمبير الذي أظهر أنه إذا مر تيار عبر سلكيين كهربائيين متوازيين ومتقاربين فإنهما يفقدان توازنهما بعد مدة وجيزة.

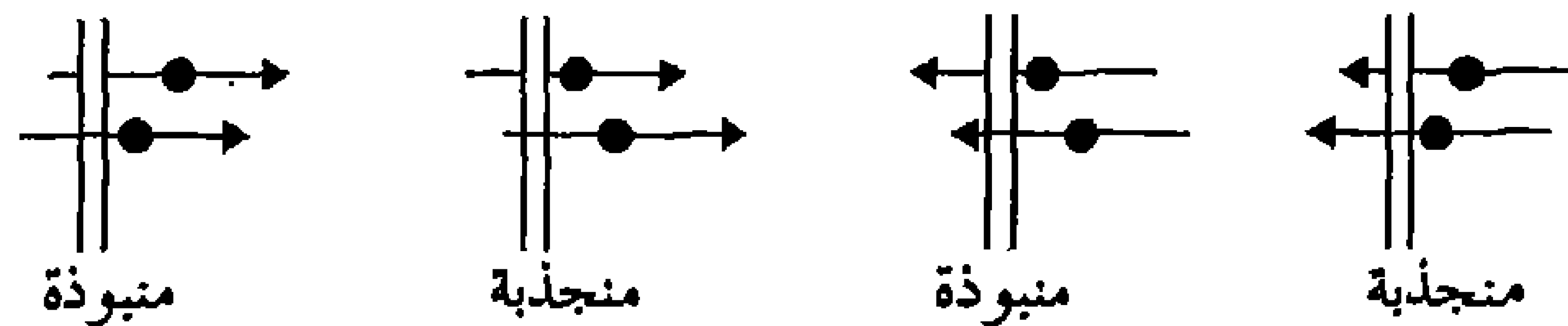
وإذا تدفق التياران في الاتجاه نفسه فإن الأسلاك تتجاذب فيما بينها وتقترب من بعضها البعض، أما إذا تدفق التياران باتجاهين متعاكسين فإن الأسلاك تتنافر فيما بينها وتتحرك بعيداً عن بعضها.

اهتم ويليام ولاستون، وهو عالم مقيم في لندن وصديق لديفي، في تلك الأثناء كثيراً بمبدأ

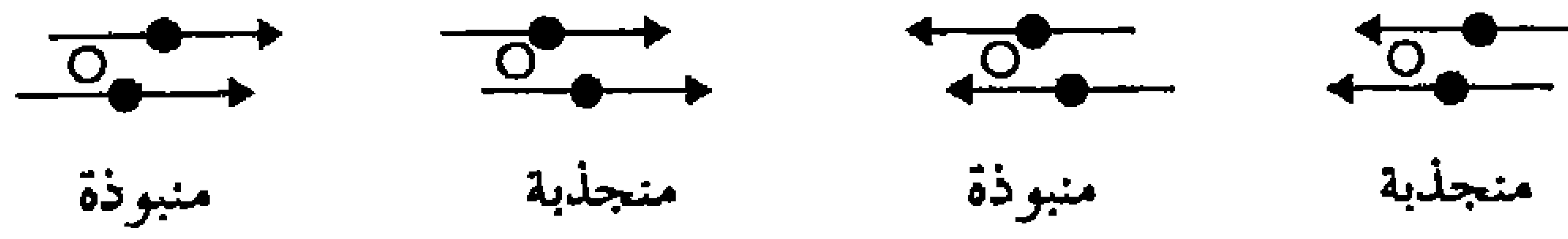
الكهرومغنطيسية الجديد. واقترح أن التيار الكهربائي يعبر السلك بطريقة حلزونية تشبه نازعة السدادات الفلينية، وتوقع ضمن هذا المنظور أنه إذا ما علق مثل هذا السلك بحرية فإنه يتوجب عليه الدوران بوجود مغنطيس. لكنه فشل مراراً في تحقيق هذا الأثر.

أما فارادي فقد توصل إلى أن أثر المغنطيس لا يتمثل في دفع السلك إلى الدوران وإنما في تحريكه من جانب إلى آخر. وجاء ذلك نتيجة استنتاجه وجود أربعة مواضع يمكن فيها لكل قطب من إبرة ممغنطة أن يستجيب للتيار المار في السلك، اثنان عبر عملية جذب (A) واثنان عبر عملية نبذ (R). وقد كتب في يومياته في الثالث من أيلول عام 1821 ملاحظة حول هذه الظاهرة:

3 ـ وجدت بعد التمحيص والتدقيق أن لكل قطب أربعة مواضع يخضع في اثنين منها للجذب ويخضع في اثنين للنبذ كما هو مبين:



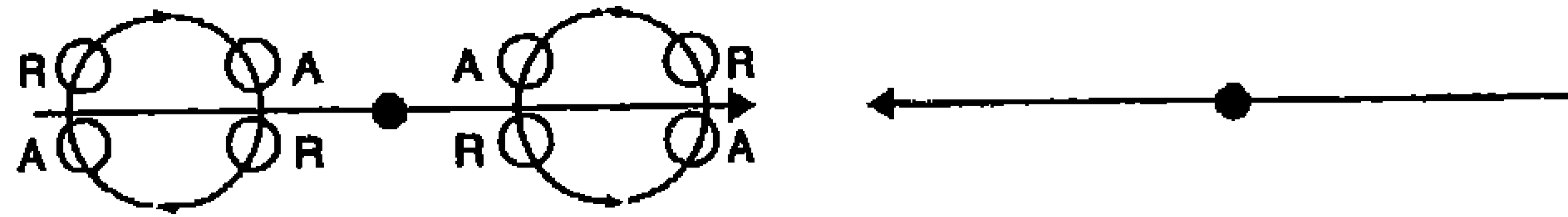
4 ـ أو بالنظر من الأعلى إلى مقاطع السلك



5 ـ أو

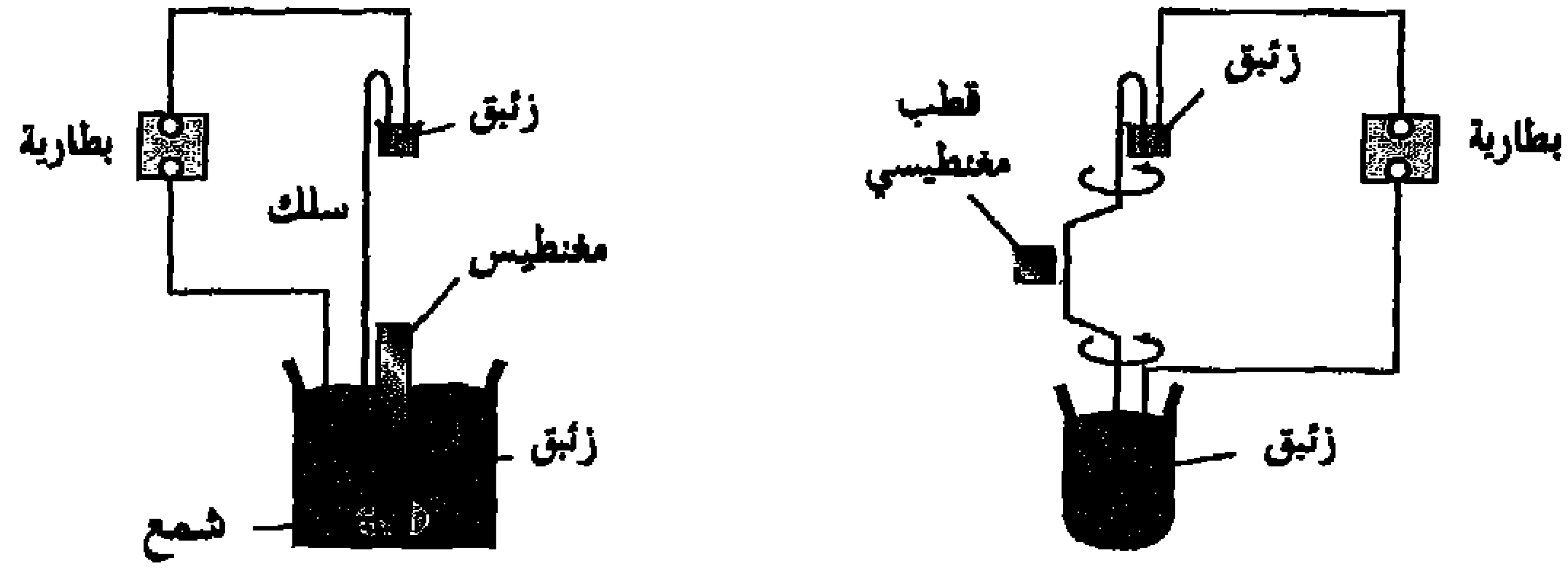


6 ـ يدل هذا الرسم على الحركات الدائرية حول كل قطب:



وتمكن في الثالث من أيلول عام 1821 من إثبات هذه النظرية بتصميم تجربة عبقرية. حيث ابتكر جهازاً بسيطاً يمكن معه ربط سلك شاقولي، معقوف من أعلاه، إلى بطارية كهربائية بحيث تكون نهايتاه مغمورتان داخل كمية قليلة من الزئبق. وعندما يُجلب مغنطيس إلى جوار السلك فإنه يحاول التحرك نحو المغنطيس أو بعيداً عنه، بحسب القطب المغنطيسي الذي يتم تقريبه من السلك. ولم يحصل دوران للسلك حول محوره كما توقع ولاستون. واكتشف فارادي لدى ثني السلك على شكل يشبه العمود المرفقي وتقريب المغنطيس من منتصف السلك، أن «ذراع التدوير» تدور وكأنها تسعى للاقتراب من المغنطيس

ما أمكن. وحين عكس فارادي المغنطيس بحيث أصبح القطب الآخر مقابلاً للسلك ابتعدت ذراع التدوير بسرعة. وتمكن من الحصول على حركة مستمرة للسلك المثني بإجراء ذلك التبديل بصورة مستمرة.

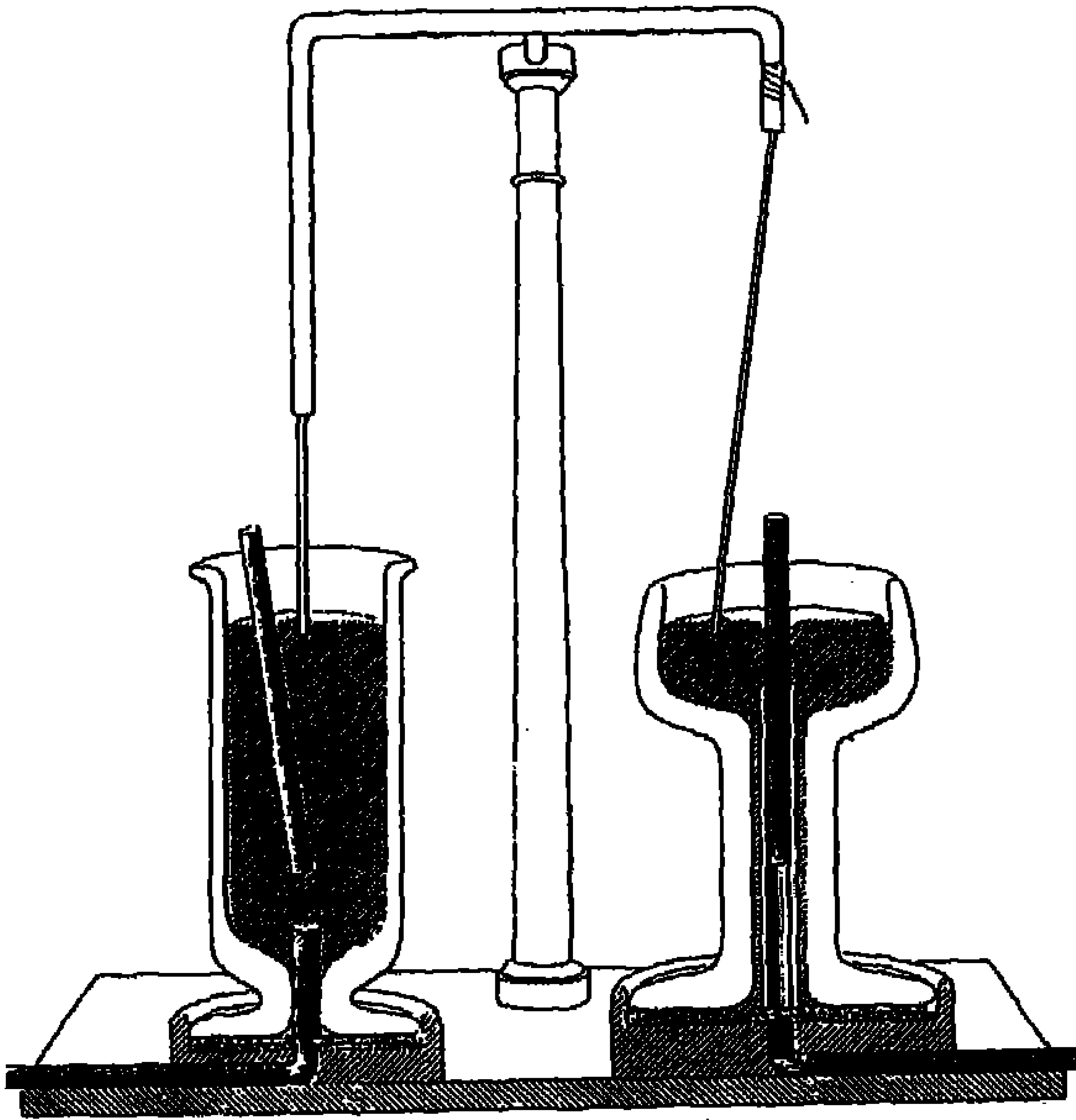


وأظهر فارادي في اليوم التالي أنه بالإمكان حمل مغنطيس على الدوران حول سلك مكهرب، ثم أثبت في اليوم اللاحق أن بمقدور مغنطيس عائم الدخول في ملف مصنوع من سلك يمر عبره تيار. وتصدى فارادي خلال أسبوع أو اثنين على الأكثر لمسألة ابتكار أداة يمكن معها إجراء بيان عملي لدوران الأسلاك والمغانط معاً.

لم يكن فارادي مطلعاً على مجمل الأعمال المتعلقة بالكهرومغنطيسية في أوروبة، إلى أن حضر السير همفري ديفي، وهو ممن تحول إلى الرومانتيكية، في صبيحة أحد أيام مطلع تشرين الأول عام 1821 إلى المختبر في المؤسسة الملكية حاملاً الأنباء عن أعمال أورستيد، ومندفعاً بحماسة لتكرار التجارب بنفسه. لقد كان سروره أمراً مفهوماً، إذ أن قابلية اتحاد الكهرباء والكيمياء

للتحقيق تفتح الباب أمام اتحاد الكهرباء والمغنطيسية؟ ولم يكن ديفي أول من اقترح وجود مثل هذا الرابط، لكن إيجاد البرهان القاطع على ذلك من شأنه أن يعزز رؤيته الحماسية لوحدة الطبيعة. فباشر العمل على الفور بمساعدة فارادي.

وكان تكرار تجارب أورستيد أمراً يسيراً أما شرحها فكان مسألة عسيرة. ورغم انشغال فكر فارادي آنذاك بأمور أخرى، وفي مقدمتها أبحاثه حول الكلور، إلا أنه استجاب لطلب زميل له كيميائي يدعى ريتشارد فيليبس إعداد مقالة بعنوان «المراحل التاريخية للكهرومغنطيسية» بغية نشرها في مجلة أنال أوف فيلوزوفي (النشرة الدورية في الفلسفة)، ودفع ذلك بفارادي إلى الخوض في سلسلة



يُولج ناقل نحاسي عبر فنجانين زجاجيين يحتويان الزئبق. ويتم داخل الفنجان الأيسر إرساء مغنطيس أسطواني على سطح الزئبق، بربطه بالنحاس بوساطة خيط ونتوءات. وتُمدد الذراع اليسرى الدعامة النحاسية لتصل إلى الزئبق. أما في الفنجان الأيمن فيُحافظ بعناية على الوضع الشاقولي للمغنطيس. ويربط سلك مشدود، إنما قابل للحركة، إلى الذراع النحاسية التي تعلوه. ويمكن تمرير تيار كهربائي بوصل الدعامة النحاسية والناقل النحاسي بأقطاب البطارية (التي لا تظهر في الشكل)، مما يتسبب بدوران المغناطيس حول الذراع النحاسي داخل الفنجان الأول وكذلك دوران السلك المكهرب حول المغنطيس داخل الفنجان الثاني.

طويلة من التجارب، حاول من خلالها تكرار كل أعمال أمبير الرئيسية وآخرين غيره، إضافة إلى توضيح وجهات نظره الخاصة. وحيث أنه لم يكن مقتنعاً بالتفسيرات التي تفترض أن الكهرباء شيء مادي أو تلك التي تقترح وجود شكلين للكهرباء أحدهما موجب والآخر سالب، لم يكن بمقدور فارادي سوى التقيد بوجهة النظر التي تنص على أن مرور الكهرباء ينشئ حالة في السلك يمكن أن تؤثر على إبرة المغنطيس بطريقة ما. وأن هذا الأثر الذي كان أعقد بكثير مما تخيله هو والآخرون، قد أخذ بالظهور إثر النتائج القليلة اللافتة للنظر التي حصل عليها في أيلول.

واستحوذت بعض الالتزامات الأخرى على اهتمام فارادي خلال الأسابيع القليلة التي تلت، لكنه عاد مع أواخر كانون الأول إلى الكهرومغنطيسية، وحسّن آليات تعليق الأسلاك الدوارة، كما أثبت أن بمقدور مغنطيسية الأرض الضعيفة أرجحة الأسلاك الأفقية عند كهربتها. كما صنع فارادي نسخة، أكثر قابلية للحمل، من تجهيزات السلك الدوار وأرسلها إلى علماء آخرين. ولا يعبر هذا السلوك عن إيمان فارادي العميق بأهمية التواصل بين العلماء فحسب، بل يمثل برهاناً ملموساً على نبل فارادي كمكتشف علمي. وواصل فارادي عمله خلال عطلة عيد الميلاد. وأثبت أن بمقدور المغنطيسية الأرضية التسبب بدوران مستمر لسلك معلق بزاوية أكبر من ميل زاوية إبرة مغنطيسية. وقد شهد جورج بارنارد شقيق زوجته تلك التجربة وروى ما حدث:

«لقد صاح فجأة عندما بدأ السلك بالدوران «هل ترى، هل ترى، هل ترى يا جورج؟» كان أحد طرفي السلك على ما أذكر داخل فنجان من الزئبق والطرف الآخر معلق فوق المركز. ولن أنسى ما حييت السعادة التي غمرت وجهه ولا بريق عينيه».

ودعيت سارة فارادي لتشهد هذا النجاح رغم احتجاجاتها بأن ذلك قد يتسبب باحتراق أول إوزة عيد ميلاد تقوم بتحضيرها. وسر فارادي كثيراً بالنجاحات التي حققها في مجالي إسالة الغازات والمغنطيسية، لكن ذلك تسبب له ببعض الانزعاج. إذ أثار نشر فارادي لتقريره حول الأسلاك الدوارة في تشرين الأول من عام 1821 سخط ولاستون بشدة. وكان معروفاً للجميع أن ولاستون قد تنبأ أن بمقدور سلك مكهرب الحركة عند تعريضه لمغنطيس، إلا أنه لم يتمكن من إثبات ذلك. واعتبر ولاستون أن فارادي قد سرق منه الأضواء إن لم تكن الفكرة بحد ذاتها، وقد أعلم الآخرين، بمن فيهم صديقه ديفي، بحنقه.

وصعق فارادي لاتهامه بالانتحال، ويفسر إيمانه الساندماني العميق مدى تأثره. وكان فارادي قد حاول الاتصال بولاستون قبل نشر مقالته لاعتقاده بأنه قد يجد النتائج مثيرة. لكن ولاستون لم يكن في المدينة، فمضى في مسألة النشر لقناعته بأن أحد أسرار النجاح «العمل فالإنجاز فالنشر». وقد أسف طيلة حياته على قراره بعدم تأخير النشر لحين لقاء ولاستون. وسعى فارادي للقاء ولاستون بعد نشر المقالة لكنه جوبه بالرفض.

لقد كان فارادي على حق من الناحية التقنية. إذ أن نظرية ولاستون بدوران السلك حول محوره لم تتحقق. في حين أن فارادي كان مهتماً بدوران السلك حول قطب مغنطيسي، والفارق بينهما جذري. وكان يمكن وضع حد للنزاع لولا أن ديفي اتهم فارادي بالانتحال في عام 1823. إذ نشر فارادي مقالة ضمّنها نتائج تجاربه على إسالة الغازات وأدرج اسمه على أنه المؤلف الوحيد. وشعر ديفي عندها بغضب عارم لأنه كان يعتبر أنه يستحق أن يذكر كشريك فيها.

وبلغ بديفي الحنق درجة دفعته لمحاولة منع ترشيح فارادي إلى عضوية الجمعية الملكية وهي أرفع مؤسسة علمية في بريطانية. وكان لرأي ديفي ثقل مهم حيث أنه كان رئيساً للجمعية في ذاك الوقت. وكان ريتشارد فيلبس و28 عضواً آخرين قد رشحوا فارادي، وجرى نشر وثيقة الترشيح داخل الجمعية كما تقتضي الأعراف. وما أن ذاع أمر الوثيقة حتى حصلت مشادة عنيفة بين الرجلين وصفها فارادي:

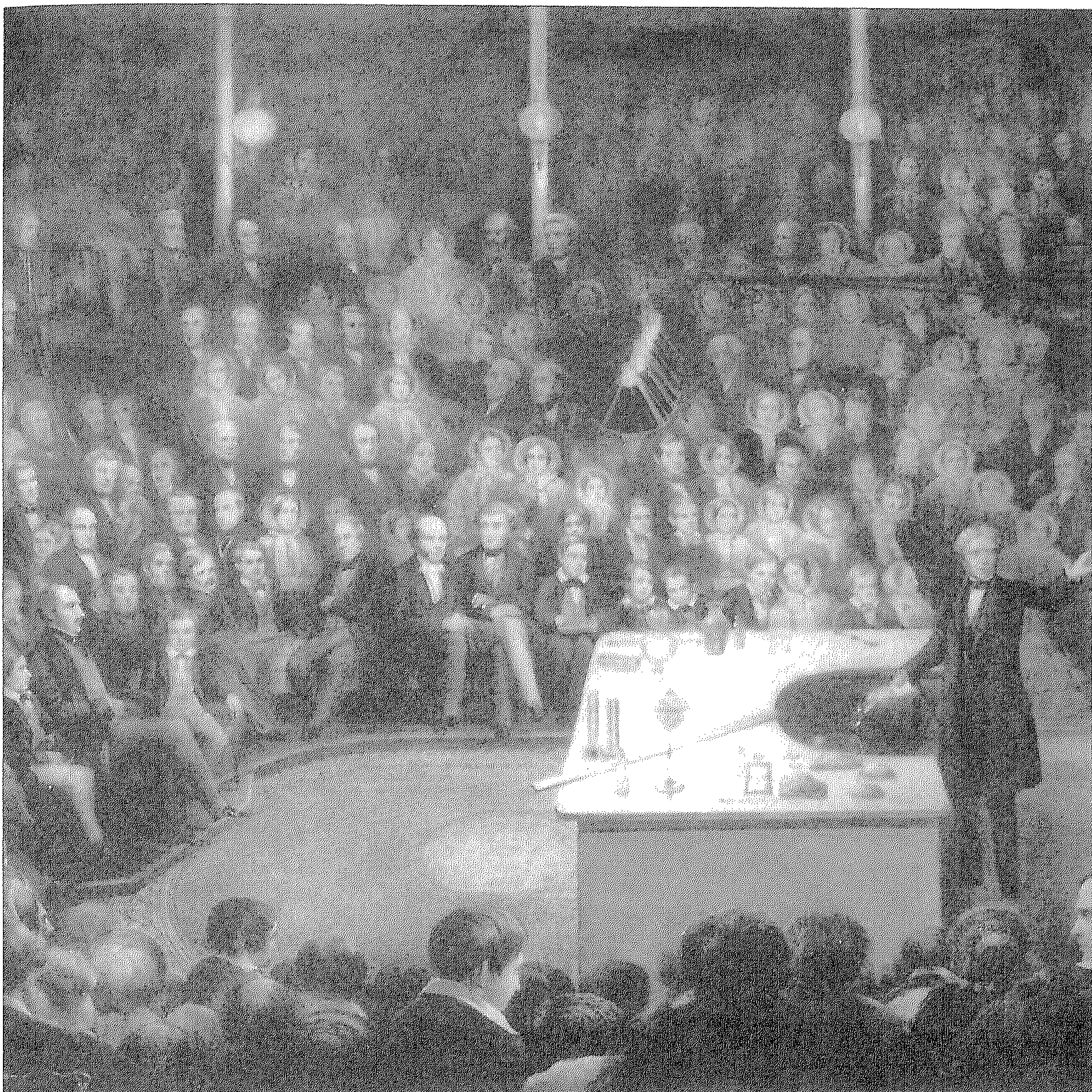
> لقد قال لي السير همفري ديفي أنه يتوجب علي سحب الترشيح. فأجبته أنني لست من قام بالترشيح وأن مناصريّ هم من قدموا الوثيقة. عند ذلك أخبرني أنه ينبغي علي إجبار مناصريّ على سحب الترشيح. فأجبته أنني على يقين أنهم لن يقبلوا بذلك. وعندها صاح قائلاً أنا أسحب ترشيحك بصفتي الرئيس. فأجبت أنني على يقين من أن السير ديفي سيفعل ما يرى فيه صالح الجمعية الملكية.

واستشار ديفي رأياً عاماً مناهضاً لعضوية فارادي، وصرح علناً في مناسبات كثيرة أن مساعده قد انتهك قواعد الاستفادة من أعمال الآخرين فيما يخص عمله وعمل ولاستون. ومن الجلي أن السبب الحقيقي وراء تلك الحملة هو الغل وقد يكون الحسد أيضاً. وعلى أية حال فقد خالف الأعضاء رغبات رئيسهم فيما يخص فارادي وانتخبوه بالإجماع تقريباً.

وقابل فارادي رداءة طبع ديفي وحقده بشهامة ورحابة صدر إذ لم يكن يسمح بأن يتحدث أحد بسوء عن معلمه القديم في حضوره. واضطر مرة واحدة مرغماً للدفاع عن نفسه بعد إصدار جون شقيق همفري ديفي في عام 1836 لسيرة شقيقه الذاتية، والتي أشار فيها إلى الخلاف قائلاً: «لقد فوجئت بأن فارادي لم يحرك ساكناً لإعادة الحق إليه (إلى ديفي)»، وأن الاعتراف «أمر ضروري لصون سمعته وشرفه». ورد فارادي في رسالة وجهها إلى فيلوزوفيكال ماجازين (مجلة الفلسفة) بأن ديفي لم يعلمه أبداً بالدافع وراء اقتراحه للتجارب على ماءات الكلور، وأنه قد أشار إلى اقتراح ديفي في مقالته أصولاً. ونوه فارادي أيضاً إلى أن المقالة قد نشرت في مجلة فيلوزوفيكال ترانز أكشنز أوف ذي رويال سوسايتي (المداولات الفلسفية للجمعية الملكية)، ومن ثَم كان بمقدور ديفي، الذي كان رئيساً للجمعية، استخدام حقه في رفض نشرها. والواقع أن ديفي قد أضاف ملاحظة على المقالة.

ولعل الذنب الوحيد الذي اقترفه فارادي في هذه

القضية البائسة هو خرقه لعرف علمي انقرض في أيامنا هذه، وكان ضبابياً حتى في ذاك الوقت. ويبدو أن ذاك العرف كان يفرض استشارة أوسع مع الأطراف المعنية (ولاستون وديفي) قبل القيام بالنشر، رغم هامشية مساهمتهم. وقد تجاوز فارادي بعقلانية هذه النزاعات ومضى ليحقق تميزاً في مسيرته العلمية.



فارادي وهو يلقي محاضرة في المؤسسة الملكية في كانون الأول من عام 1855، أمام حشد ضم أطفالاً إلى جانب عدد من العلماء المرموقين، والأمير كونسورت وأمير ويلز. وقد علّقت مجلة بريتيش كوارتلي رفيو على الحدث بالقول: «لقد كانت لديه القدرة على جعل الفلسفة ممتعة، ويعود السبب الرئيسي وراء ذلك إلى جمعه بين حكمة الشيوخ وصبا الروح».

الفصـل

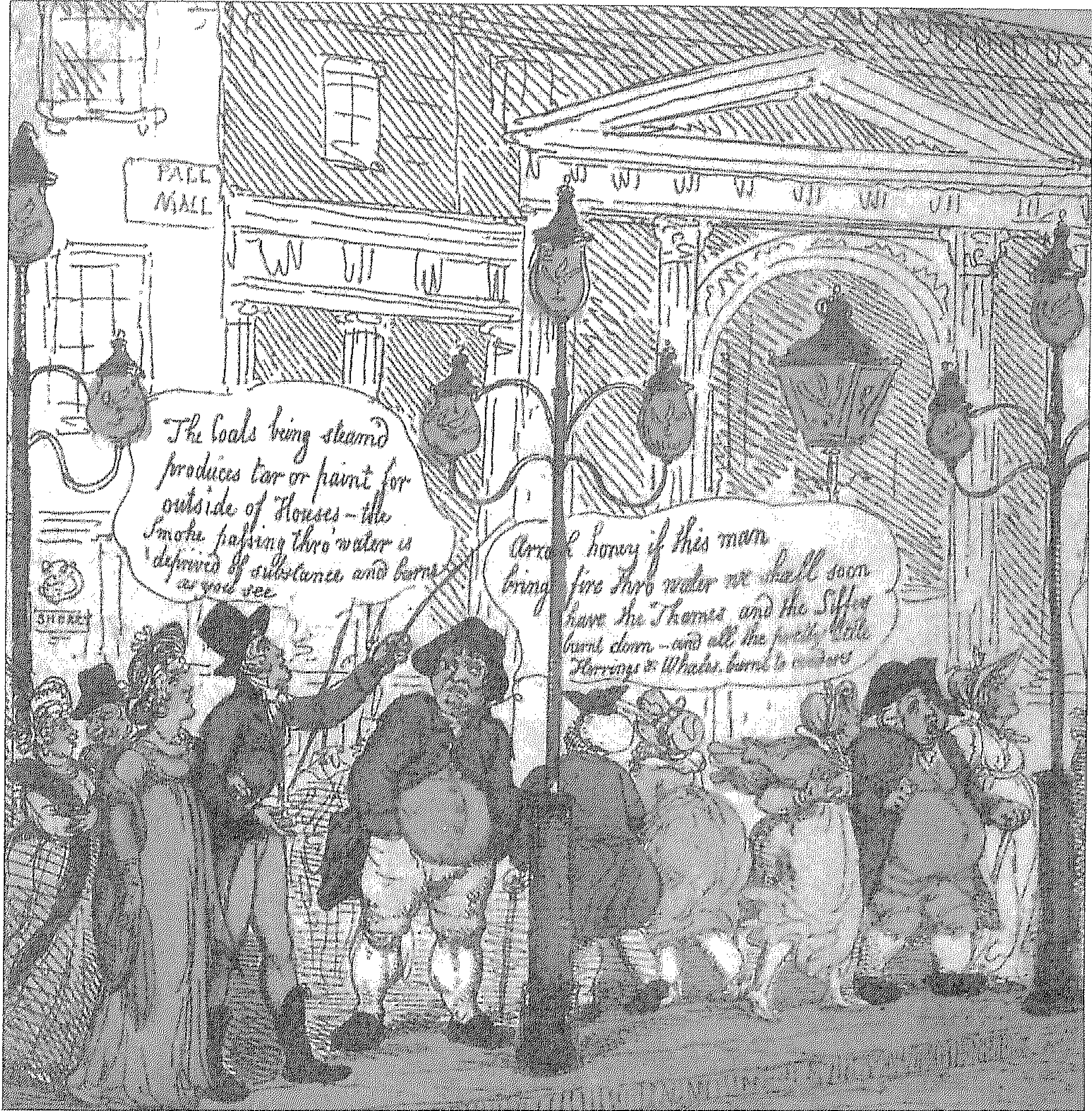
7

الكيمياء والتواصل

كان براند غير قادر على إلقاء إحدى محاضراته في عام 1823، فطُلب من فارادي على نحو مفاجئ أن يحل مكانه. وهكذا شهدت قاعة المحاضرات الصغيرة الملحقة بالمختبر بداية مسيرة تواصل علمي في المؤسسة الملكية دامت أكثر من 40 عاماً. وسبق لفارادي اكتساب بعض الخبرة في السيتي فيلوزوفيكال سوسايتي (الجمعية الفلسفية المدنية) بإلقائه في أواخر عام 1818 سلسلة من 17 محاضرة في الكيمياء. كما تدرب على فن الخطابة بمساعدة صديقه إدوارد ماغرات من جهة، وباتباع دروس مسائية لتعليم طريقة الإلقاء من جهة أخرى. ولو أن فارادي لم يعر ذاك الحدث عام 1823 أهمية كبيرة لما لامه أحد. فماذا تمثل محاضرة واحدة في قاعة صغيرة أمام طلبة طب غير مهتمين على الأرجح؟

ولعل الإعلان في عام 1824 عن سلسلتين من المحاضرات الموسعة والمعمقة في الكيمياء يلقيها وليام براند ومايكل فارادي، كان ثمرة نجاح المحاضرة المنفردة في عام 1823. وتكرر الإعلان عن عمل مشترك مماثل طوال السنوات الثلاث التي تلت. ويعود سبب توقف تلك

تسبب وصول الإنارة بالغاز في بال مال، وهو في طليعة شوارع العالم التي أُنيرت بالمصابيح الغازية (1807)، بحدوث ضجة في جميع الطبقات الاجتماعية، وأضحى ممكناً نقل الغاز، الذي يتم الحصول عليه بوساطة تسخين الفحم، من وحدات لإنتاج الغاز إلى مواقع تبعد عنها مسافة معينة.



الدورات المشتركة إلى شجار حصل بين براند ومدراء المؤسسة فيما يخص أسلوبه في تحرير مجلتهم، وكان مأخذهم عليه تعامله مع المجلة على أنها ملك له. وعلى الرغم من أن براند قد عمل في عام 1825 مستشاراً مقيّماً في المؤسسة الملكية لسك العملة المجاورة للمؤسسة الملكية، إلا أنه كان أستاذاً نادر الحضور فيها حتى عام 1852.

واكتشف فارادي في ذلك الوقت توجهاً جديداً لأبحاثه في الكيمياء ألا وهو السوائل المرتبطة بصناعة غاز الإنارة الجديدة. إذ تطلبت تلك الموائع، وهي مواد بالغة الأهمية للمجتمع لكنها مجهولة السمات عموماً، تحليلاً بصورة عاجلة. وكان من أهمها حينذاك زيت الحيتان المستخدم في الإنارة بالغاز.

وكان زيت الحيتان يُسخَّن حتى يتحلل إلى الكثير من المنتجات الغازية، بغية إنتاج الغاز لغايات الإنارة. وتَشغل الغازات عند ضغطها إلى 20 أو 30 درجة ضغط جوي حجماً أقل بكثير، فيصير من اليسير نقلها في أسطوانات نحاسية محكمة الإغلاق. وكانت قرابة 20 بالمائة من الغازات تتكثف لتصير سائلاً، وكان ذلك السائل موضوع التجارب التي أجراها فارادي عام 1825. حيث سخن الزيت تدريجياً، فغلت مع ازدياد درجة الحرارة سلسلة من المنتجات المختلفة، وتكثّفت عند درجة حرارة 23 فهرنهايت (صفر درجة مئوية). وتشكلت نتيجة ذلك

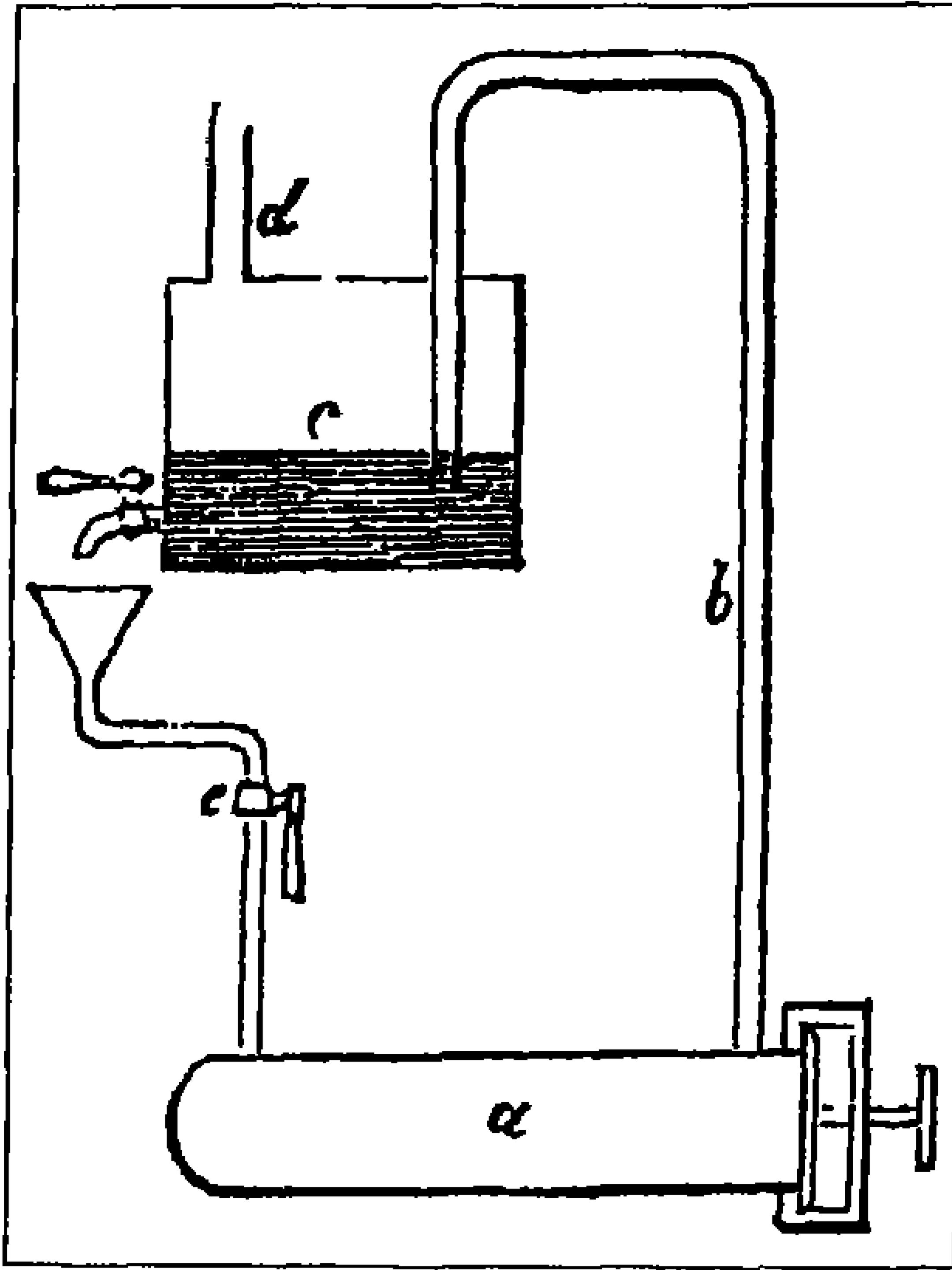
بلورات بيضاء عزلها فارادي ودرسها. وكانت تلك البلورات ما يُعرف اليوم باسم البنزين.

كان ذلك الاكتشاف إنجازاً مميزاً. إذ إن عزل البنزين بطريقة فارادي ليس بالأمر السهل حتى باستخدام التجهيزات الحديثة، فكيف ولم يتوافر لديه سوى أدوات بسيطة مثل بعض القوارير الصغيرة ومقياس حرارة ومكثف. ويؤكد تكرار عمله باستخدام أدوات متطورة بعد مضي قرابة 150 عام، أن الكثير من المنتجات التي أعلن فارادي عن وجودها (ومنها الإيزوبتيلين والبنزين) كانت موجودة بالفعل، مما يعزز رفعة التقنية التجريبية لدى فارادي وروعتها.

لا يمكن المغالاة في الحديث عن أهمية اكتشاف فارادي للبنزين وقد اشتقت منه مئات الألوف من المواد المفيدة. فمثل تلك المواد الكيماوية العطرية، كما كان يُطلق عليها، ماتزال تصنع في الغالب من البنزين حتى يومنا هذا.

كما استُخدم غاز الفحم للإنارة في القرن التاسع عشر إلى جانب زيت الحيتان. وتميز بالبريق الساطع الناتج عن احتراقه، وبقابليته للنقل إلى مسافات بعيدة عبر أنابيب حديدية، مما سمح بانتشار الإنارة الطرقية بصورة سريعة في المدن والبلدات البريطانية الرئيسية. وتراكمت كميات كبيرة من مواد أخرى كنواتج لصناعة غاز الفحم كان من أهمها قطران الفحم الزيتي الأسود. وقد أمكن الحصول

على منتجات عضوية جديدة من قطران الفحم، (مثل النفثالين) حللها فارادي.



بغية إنتاج غاز الزيت (وهو الغاز الذي يُحصل عليه من تسخين زيت طبيعي) كان الزيت (زيت الحيتان على سبيل المثال) يوضع في الخزان «سي» ثم يقطّر عبر صنبور ويمرر في قمع إلى المعوجة «أيه» (وهي حجرة تُحلّل فيها المواد بالتسخين) حيث يُحلَّل إلى غازات تمرَّر إلى الأعلى عبر «بي» وحتى «سي» من أجل غسلها من أي قطران، ثم تخرج عبر «دي».

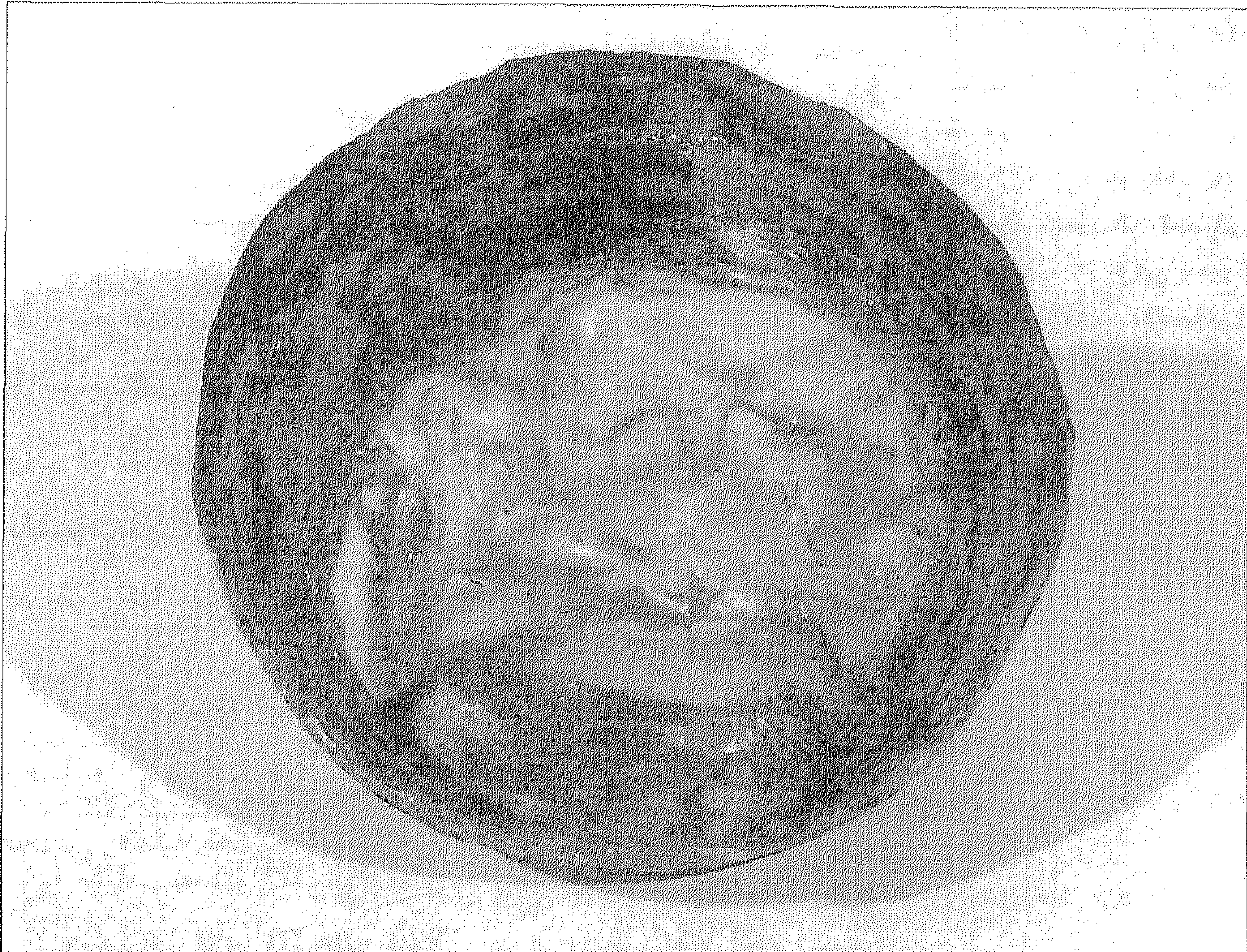
صار فارادي في عام 1825 مديراً للمختبر على الرغم من استمراره في مساعدة براند في محاضراته أمام طلاب الطب. وصمم بعد تعيينه في هذا المنصب على نقل معرفته وحبه للعلم إلى جمهور أوسع. فقام على الفور بدعوة أعضاء من المؤسسة الملكية لحضور اجتماعات تعقد في المختبر، حيث كان براند يلقي محاضراته نهاراً. وعقدت في عام 1825 ثلاثة أو أربعة اجتماعات خصص أحدها «للدوران الكهرومغنطيسي». وحظي فارادي في ذات العام بتكليف مهم. إذ طلبت الجمعية الملكية، بالنيابة عن الحكومة البريطانية، من فارادي إجراء بحوث في الخصائص البصرية للزجاج المستخدم في التلسكوبات. إذ كان لزاماً أن يكون الزجاج المستخدم في الأجهزة البصرية الدقيقة متجانساً، وأن لا توجد فيه أي تراكيز موضعية لأي مكون أو أي فقاعات أو أي خدوش. وكانت مهمة فارادي البحث عن طريقة لإنتاج زجاج يتمتع بمثل تلك المواصفات.

وأمضى فارادي بصحبة عالم الفلك جون هرشل وصانع الأدوات البصرية جورج دولاند وقتاً طويلاً في فحص عملية تصنيع الزجاج.

وزُود فارادي في عام 1827 بفرن خاص في المؤسسة

الملكية وبمساعد هو الرقيب تشارلز أندرسن، فأوكل إليه أداء المهام الروتينية من تحضير المكونات وتحديد الأوزان النوعية. ولم تكن أولى تجارب فارادي مشجعة. إذ تسببت كل محاولة لتحريك الزجاج المصهور (بغية التخلص من الفقاعات والعيوب الأخرى) بتهشم الأواني الخزفية التي كان يُسخّن فيها الزجاج. وأعطى استخدام أوعية مصنوعة من رقائق البلاتين نتائج أفضل، على الرغم من تلف البلاتين الباهظ الثمن بفعل أكسيد الرصاص الساخن الذي كان يرتشح إلى الصفيحة المحماة.

قام فارادي خلال العشرينات من القرن التاسع عشر بتحسين الزجاج المستخدم في العدسات، وقد استخدم في تجارب الديامغنطيسية التي أجراها بعد خمسة عشر عاماً من ذلك عينات من زجاج ثقيل مثل المبين في الشكل.



وقد أحرز فارادي بعض التقدم من خلال ضبط الحرارة وتنويع المكونات، وبصورة خاصة لدى استعاضته عن المكون الرصاصي للزجاج، وهو أكسيد الرصاص، بمركب رصاصي أعقد منه بكثير هو بوروسيليكات الرصاص. إلا أن خيبات أمل أخرى اعترضت طريقه ومنها تشكل زجاج ملون. وتوصل إلى تحديد سبب تلك الظاهرة في نهاية الأمر، ألا وهو وجود الرصاص الناتج عن تحول مكون رصاصي بفعل أول أكسيد الكربون (ومصدره الكربون في القصعة المصنوعة من الحديد الصب). وُلّت المشكلة بإبدال الحديد بحجر له مقاومة عالية. ونجح فارادي مع حلول عام 1829 في تذليل كل الصعاب الأخرى أيضاً. وأعلن عن نجاح المهمة في وقت لاحق من ذلك العام أثناء محاضرة أمام الجمعية الملكية استغرق تقديمها ثلاث أمسيات، ونالت جائزة بيكر للعلوم الفيزيائية.

وتعد أبحاث فارادي في الزجاج البصري مثالاً نموذجياً على كيفية إجراء استقصاء مبني على الملاحظة والاختبار والمثابرة، والذي يتمثل في إسقاط الاحتمالات واحداً تلو الآخر بأسلوب منهجي من دون الاسترشاد بنظريات محكمة. وبالرغم من أن إدخال البوروسيليكات لم يقد إلى تحسين فوري ولا جذري في جودة الزجاج المستخدم في العدسات، إلا أنه كان مفيداً في صناعة الزجاج لاحقاً وفي بعض التجارب التي قام بها فارادي بعد ذلك بسنوات أيضاً. وكانت النتيجة المباشرة لأبحاثه

تلك حصول المؤسسة الملكية على تمويل كانت بأمس الحاجة إليه، وحصول فارادي على شهرة أوسع كباحث شديد الحرص والدقة.

وعلى صعيد آخر دشّن فارادي في عام 1826 محاضرات أمسيات الجمعية الدورية، والتي مازالت قائمة في المؤسسة الملكية إلى يومنا هذا. وقد ألقى فارادي خلال السنة الأولى ثلاث محاضرات عن الكاوتشوك (المطاط الطبيعي) وعن المحرك الغازي الذي اخترعه السير مارك إيزامبارد برونل وعن نظرية الطباعة الحجرية. وقد ألقى قرابة مائة محاضرة خلال ستة وثلاثين عاماً استقطبت جمهوراً ما قل عدده عن 500 شخص، وتجاوز الألف في ثلاث مناسبات كانت المغنطيسية موضوعها.

كان عام 1827 عاماً مهماً في مسيرة فارادي الخطابية. إذ قدم إلى جانب محاضرات أيام الجمعة عن المغنطيسية والكلور مطهراً ونفق التايمز، سلسلة محاضرات مختصرة تحت عنوان «بعض النقاط العامة في فلسفة الكيمياء». وأضاف فارادي رغم جدول أعماله المتخم بالواجبات العادية، سلسلة من اثنتي عشرة محاضرة في المؤسسة اللندنية (نظيرة المؤسسة الملكية بالنسبة للفقراء) عن «المهارات الكيماوية»، والتي نُشرت فيما بعد على شكل كتاب حقق نجاحاً واسعاً. وأطلق فارادي في نهاية العام «محاضرات عيد الميلاد» في المؤسسة الملكية، سرعان ما صارت حدثاً سنوياً. وقد افتتحت تلك المحاضرات

Royal Institution of Great Britain,

ALBEMARLE STREET,

December 3, 1827.

A

COURSE OF SIX ELEMENTARY LECTURES

ON

CHEMISTRY,

ADAPTED TO A JUVENILE AUDIENCE, WILL BE DELIVERED DURING THE CHRISTMAS RECESS,

BY MICHAEL FARADAY, F.R.S.

Corr. Mem. Royal Acad. Sciences, Paris; Director of the Laboratory, &c. &c.

The Lectures will commence at Three o'Clock.

Lecture I. Saturday, December 29. Substances generally—Solids, Fluids, Gases—Chemical affinity.

Lecture II. Tuesday, January 1, 1828. Atmospheric Air and its Gases.

Lecture III. Thursday, January 3. Water and its Elements.

Lecture IV. Saturday, January 5. Nitric Acid or Aquafortis—Ammonia or Volatile Alkali—Muriatic Acid or Spirit of Salt—Chlorine, &c.

Lecture V. Tuesday, January 8. Sulphur, Phosphorus, Carbon, and their Acids.

Lecture VI. Thursday, January 10. Metals and their Oxides—Earths, Fixed Alkalies and Salts, &c.

Non-Subscribers to the Institution are admitted to the above Course on payment of One Guinea each; Children 10*s.* 6*d.*

[Turn over.

يمثل هذا المنشور إعلاناً عن أول مجموعة من محاضرات فارادي في عيد الميلاد. وما زالت المحاضرات مستمرة حتى هذا اليوم على شكل سلسلة تلفزيونية سنوية، وتعد من أولى الأمثلة على التعليم الميسر للعلوم والموجه لليافعين.

«بسلسلة من ست محاضرات أولية في الكيمياء موجهة لجمهور يافع»، تبدأ عند الساعة الثالثة بعد الظهر وهو موعد ملائم للأطفال. وأرسى فارادي عبر مثل تلك المبادرات قواعد نشر المعرفة العلمية الميسرة، والتي مازالت مستمرة في بريطانية إلى يومنا هذا.

التاريخ الكيميائي للشمعة

تعد أشهر محاضرات فارادي في عيد الميلاد «التاريخ الكيميائي للشمعة» مثالاً رائعاً على عرض علمي خلّاق. إذ بدأت من شيء مألوف هو الشمعة لتصل إلى مفاهيم مثل التجاذب الشعري وأسباب الإضاءة وطبيعة الاحتراق وحتى أنماط صنع الشموع. ونعرض فيما يأتي مقتطفات من افتتاحية سلسلة المحاضرات تلك، التي ألقاها فارادي في كانون الأول عام 1848. وقد نُشرت المحاضرة في عام 1861 وأعيدت طباعتها مرات كثيرة على مدى السنوات. وما يزال لهذه المحاضرة أثر كبير على الكيميائيين حتى يومنا هذا.

أقترح عرفاناً لتشريفكم إيانا بالحضور بغية الإطلاع على أعمالنا، أن نستعرض معاً عبر هذه المحاضرات التاريخ الكيميائي للشمعة. لقد سبق أن تناولت هذا الموضوع في مناسبة سابقة ولو أُعطيت الحرية لاخترت إعادتها في كل عام، فكثيرة هي الآثار المرتبطة بهذا الموضوع، ورائع هو تنوع المنافذ المتاحة إلى الجوانب المختلفة من الفلسفة. وتجد جميع القوانين التي تحكم جانباً من هذا الكون تطبيقاً في هذه الظواهر. كما لا يوجد مدخل أكثر انفتاحاًوجودة لدراسة الفلسفة الطبيعية من الظواهر الفيزيائية للشمعة. لذا فإنني على ثقة بأنني لن أخيب أملكم باختياري لهذا الموضوع عوضاً عن أي موضوع مستجد آخر لم يكن ليرقى إلى جودته.

واسمحوا لي قبل أن أبدأ بأن أضيف أيضاً أنه وعلى الرغم من روعة موضوعنا وعزمي على تناوله بصورة أمينة وجدية وفلسفية إلا أنني سأوجه عنايتي لمخاطبة اليافعين على قدر مداركهم مستأذناً من البالغين الموجودين بين ظهرانينا. لقد فعلت ذلك مرات كثيرة من قبل وإن كان هذا يرضيكم

سأكرر ما فعلته. هكذا أقف هنا على علم أنني أملك الكلمات التي لن أتردد بتقديمها إلى العالم وأن ذلك لن يمنعني من التحدث بنفس الطريقة المألوفة مع من أعتقد أنهم الأقرب إليّ في هذه المناسبة.

والآن يا أولادي وبناتي يجب ان أطلعكم في بادئ الأمر مما تصنع الشموع فبعض المكونات تدعو إلى الفضول الكثير. لدي هنا بعض قطع الحطب وأغصان الأشجار المشتهرة بإحترامها الشديد وهاكم قطعة من تلك المادة المستخرجة من الرمال المتحركة في إرلندة المسماة بخشب الشمع وهو خشب ممتاز قوي وقاسي وهو مناسب لعمل جيد كمولد للقوة. وبسبب إحتراقه الشديد يعمل البعض في الأماكن التي يوجد فيها هذا النوع من الاخشاب إلى تحويله إلى حطب ومشاعل لأنه يخترق كالشمعة ويولد النور وبالإستعانة بهذا النوع من الأخشاب يحصل على أجمل صورة للطبيعة العامة للشمعة أستطيع أن أقدمها لكم، فقطعة صغيرة من هذا الخشب قادرة على إنتاج الفيول وبعد تعريضه للعملية الكيميائية مع إستعمال منتظم للهواء والحرارة والضوء يكون قد شكل هذا الخشب شمعة طبيعية.

وتحمل جميع التقارير التي أعدت عن محاضرات فارادي انطباعاً عن محاضر لامع كان يعرف تماماً ما يفعل ويقوم به بشكل رائع. وكان يعير تقنيته في الحديث اهتماماً كبيراً. وقد ترك في مخطوطاته اليدوية القواعد الآتية:

لا تكرر جملة البتة.

لا تعد إلى الوراء بقصد التنقيح.

إذا ما خانتك الذاكرة في الحصول على كلمة فلا تتلفظ بحروف لا معنى لها بل من الأفضل التوقف والانتظار، ولسوف تحضُرك الكلمة سريعاً وستتغلب بذلك على العادات السيئة وسرعان ما تكتسب طلاقة اللسان.

عدم التشكيك في أي تصحيح يطرحه الغير.

كان فارادي من خلال تجنب الطرائق التقليدية في الإلقاء، التي تعتمد منطق التنميق والتعقيد إنما ينهج أسلوب أفضل الواعظين في مجمع الساندمانية (الذي لا يشتمل على أي تباه أو تأنق كما كان يفعل أفضل الواعظين مثل وسلي). كما كان يدون ملاحظات شاملة كما جرت عليه العادة، ويهتم كثيراً بأدق التفاصيل.

وكان يحرص على التواصل مع الجمهور. وتجلت هذه النقطة الأساسية بطرائق كثيرة. إذ كان يبدأ بما هو مألوف، ويتفادى عن عمد المصطلحات التقنية عندما تفي الكلمات الأبسط بالمطلوب، كما كان يفترض أنه ليست للمستمعين معرفة مسبقة عن الموضوع.

(وكان على حق بذاك الافتراض في أغلب الأحيان)، وكان يستخدم الدعابة بطريقة فاتنة، ولم يحدث أن استخف مرة بالحضور. وكان الرقيب أندرسن يساعده برفع لوحة إلى الأعلى كتب عليها أبطئ أو انتهى الوقت حسب الحاجة. وقد ساعدته تلك المزايا مجتمعة على بناء علاقة متينة مع جمهوره، وحتى مع الأشخاص الذين كانت معرفتهم العلمية محدودة للغاية بحيث كان أقصى ما يمكنهم توقعه من المحاضرة هو بعض التسلية الهادئة.

اعتمد فارادي على منطق صلب في إيصال الأفكار إلى جمهوره، متيحاً للمستمعين استخلاص الاستنتاجات بأنفسهم. وكان يتجنب الأسلوب التعليمي الصرف القائم على إبلاغ المستمعين بوجوب الأخذ بما يعتقده المعلم. إذ إن مثل تلك المقاربة الوصائية قد تحقق مكاسب على المدى القصير، إلا أنها ستكون عديمة النفع لكل من المتحدث والمستمع على حد سواء. وتذكرنا تلك السمة مرة أخرى بالطريقة التي كان روبرت ساندمان يحض أتباعه على اعتمادها. أما في الأمور العلمية فيتوجب بناؤها استناداً إلى حقائق تجريبية. ويعتبر نقد فارادي الهادم لظاهرة «الطاولة الدوارة» المفترضة، التي تزعم وجود حركة عفوية للطاولات خلال الجلسات التي تجري في إطار الحلقات الروحية، مثالاً نموذجياً على تلك العقلانية. وقد جاء ذلك خلال محاضرة حول التعليم العقلي، وفي رسالة وجهها إلى أثينايوم في عام 1853.

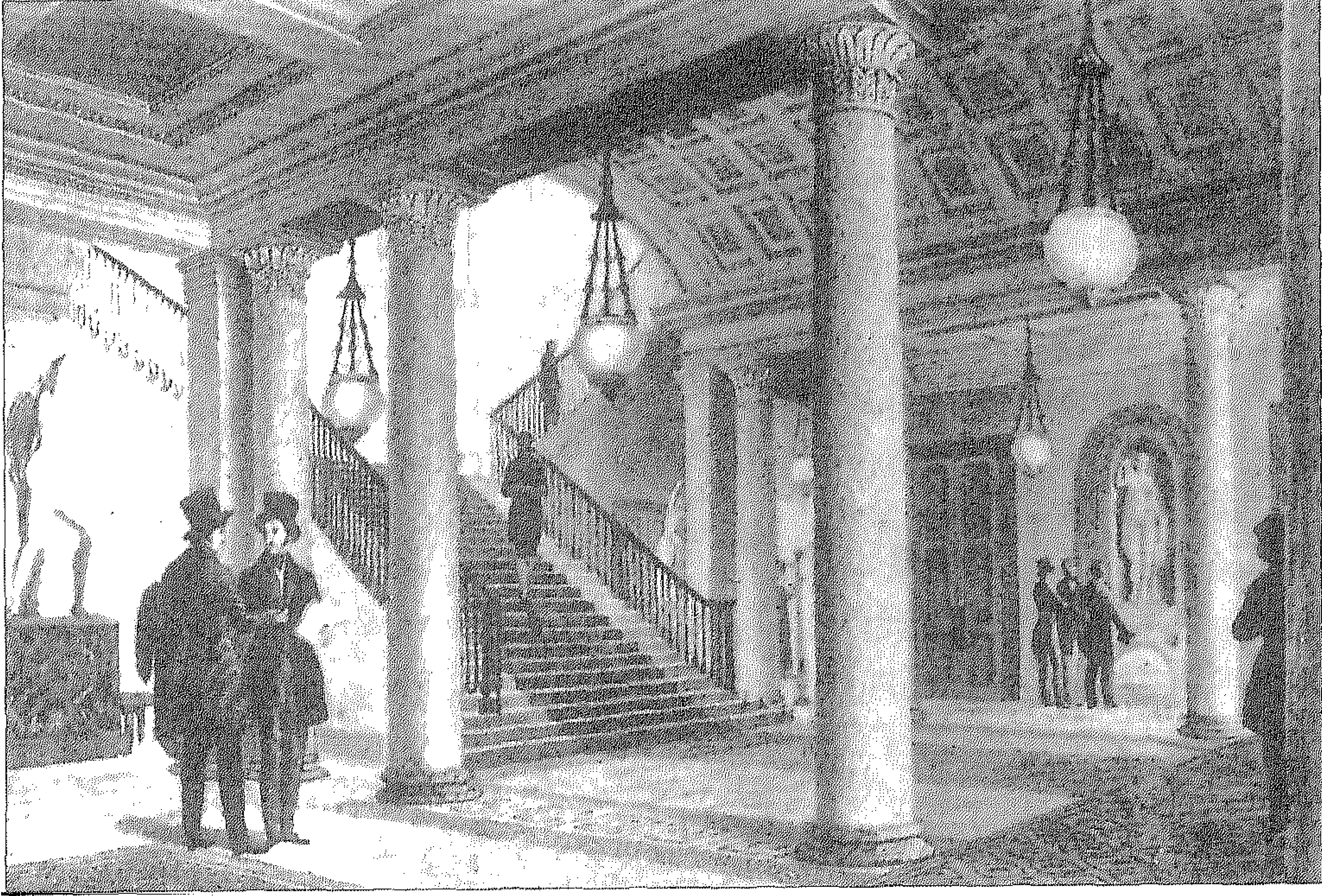
وبالرغم من اتهام البعض لفارادي باتباع المذهب المادي . وهو اعتقاد ينص على أنه بالإمكان تفسير الوجود ومظاهره انطلاقاً من المادة فحسب . إلا أنه كان في واقع الأمر يتعامل مع المعتقدات الخرافية بذات النهج الذي يتبعه الساندمانيون في مواجهة العادات الكنسية غير المذكورة في الإنجيل.

ياله من عالم ضعيف وساذج وشكوكي وغير مؤمن وخرافي وبشع ومخيف، سخيف هو عالمنا كما يراه عقل الإنسان. كم هو متخم بالتضاربات والتناقضات والسخافات.

كان فارادي ملتزماً بالاستعانة بالتجارب والأمثلة لإيضاح الأفكار. ولم يكن ذلك تقليداً راسخاً في العلوم البريطانية حتى ذلك الوقت. إلا أن المحاضرات المقرونة بالبراهين صارت من بعد فارادي مفتاح التعليم الناجح للعلوم الفيزيائية. فإذا ما كان الحديث يجري عن سقوط الحجارة أو غليان القدور أو احتراق الشموع، كان يقدم براهين فعلية لتوضيح كلماته. وقد قال ذات مرة: «لا تفترض أن هناك مسلّمات: أطلع العين على الأمر في ذات الوقت الذي تخاطب به الأذن». وكانت تجاربه في أكثر الأحيان أعقد بكثير من مجرد إسقاط الحجارة أو غلي القدور. فقد أذهل جمهوره في إحدى محاضراته عندما أحضر المغنطيس الضخم العائد للمؤسسة الملكية ورشقه بمسعر وعدد من الملاقط وبقفة حديدية مليئة

بالفحم (فالتصقت كلها بالمغنطيس). وجلس في محاضرة أخرى داخل قفص مصنوع من أسلاك معدنية وسمح لمساعده بتطبيق جهد كهربائي هائل على القفص. وخلّف خروجه سالماً من «قفص فارادي» أثراً كبيراً على المشاهدين ليس لشجاعته فحسب بل لخواص الحجب الكهروستاتي المذهلة.

وكان فارادي غالباً ما يناقش خلال محاضراته في المؤسسة الملكية تطبيقات علمية يمكن أن تعود بالفائدة على الجنس البشري. ويعود السبب في عدم تناوله للجوانب التجارية والسياسية والاقتصادية في محاضراته إلى كونها عديمة الصلة بمواضيعه العلمية وليس لكونها مجالات محرمة على الساندماني. كما أنه كان من الممكن لتلك المسائل أن تحرض جدلاً لا ضرورة له قد يضر بجهوده في توثيق صلته بالجمهور. لكن ذلك لا يعني عدم اهتمام فارادي بالصناعة، ولا قضاؤه حياته العملية كلها في برج عاجي (أو بالأحرى في قاعدة تحت الأرض) في شارع ألبيمارل. إذ كان فارادي يُستشار في مختلف المسائل والأمور ذات الصلة بالكيمياء (وفيما بعد الفيزياء) على صعيد العالم. وقد قدم طوال حياته المشورة إلى المحاكم كشاهد خبير، كما قدم النصح إلى المؤسسات الثقافية فيما يخص حفظ الكتب والأعمال الفنية. فعلى سبيل المثال طُلب منه نادي أثينايوم المشورة في مشكلتين كانت تتسبب بهما الإنارة الغازية. هما نعاس الأعضاء وتلف تجليد الكتب. وكان الأثر الأخير ناجماً

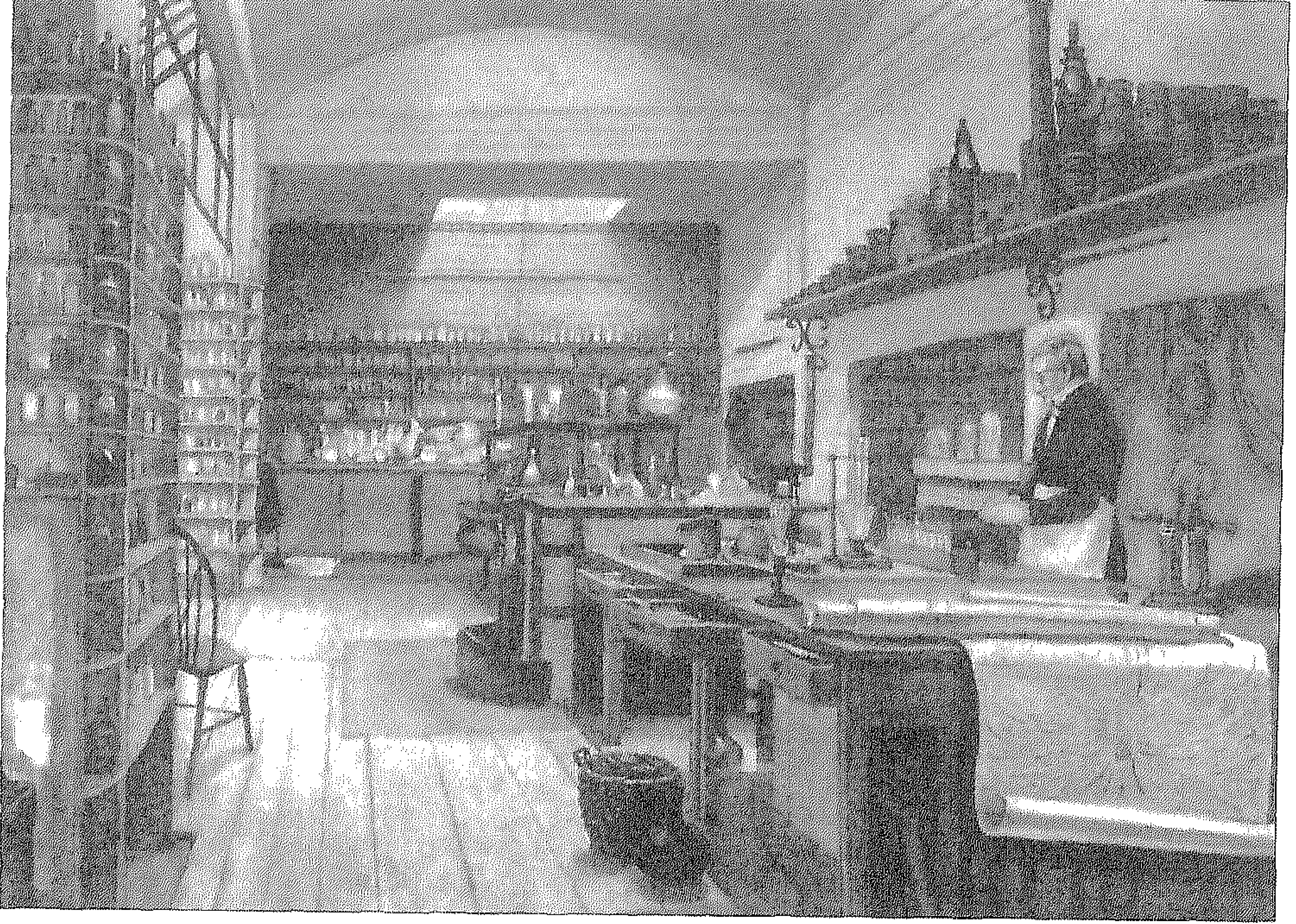


كـان ديـفـي فـارادي مـن مؤسسي نادي أثينايوم وهو من أكثر أندية صفوة رجال المجتمع شهرة في لندن.

عن وجود ثاني أكسيد الكبريت في الجو، وأشار فارادي بتأمين تهوية أفضل لغرف النادي إلى جانب نصائح أخرى.

وقبل فارادي في عام 1829 منصب أستاذ في الكيمياء في الأكاديمية العسكرية الملكية في ولويتش، حيث كان يتوجب عليه إعطاء 25 محاضرة سنوياً، وكان غالباً ما يمضي هناك يوماً أو يومين في الأسبوع خلال الفصول الدراسية. وقد مكنه الدخل الإضافي الذي جناه بفضل هذا المنصب من توظيف أندرسن مساعداً دائماً له. وقد كتب بنجامين آبوت مثنياً على هذا المستخدم الأمين:

> جرى اختيار الرقيب أندرسن نظراً لالتزامه بعرف الطاعة التامة المكتسب من التدريب العسكري الذي تلقاه. وتمثلت



الرقيب تشارلز أندرسن المساعد الدؤوب لفارادي وهو يعمل في مختبره تحت الأرض ومن حوله الزجاجات مرتبة على الرفوف. وكان المنور الممتد بمحاذاة الجدار الرئيسي مصدر الإنارة الطبيعية الوحيد في الغرفة.

مهمته في الحفاظ باستمرار على درجة حرارة ثابتة لجميع الأفران، وعلى مستوى ماء ثابت داخل مجمع الرماد. وكان فارادي يأذن له بالمغادرة عند حلول المساء. إلا أنه نسي في ذات ليلة إعلام أندرسن أن بإمكانه الذهاب إلى منزله، ووجد في صبيحة اليوم التالي مساعده المخلص منهكاً في إذكاء نار الأفران المتوهجة وقد أمضى الليل برمته على ذلك الحال.

كان أندرسن عوناً كبيراً لفارادي في تجاربه وكان فارادي يقدر عالياً مساهماته. فأندرسن كان الشخص الوحيد المخول بمساعدة فارادي في تجاربه الجديدة. ولم يقم فارادي مطلقاً بتوظيف طلاب بحث أو مساعدين.

حيث أنه لم يكن من أنصار البحث الجماعي. ويعود

السبب في ذلك إلى ندرة الأشخاص القادرين على التكيف مع التقنية التجريبية الرائعة لفارادي من جهة، وصعوبة تأقلم الوافدين الجدد مع ساعات العمل التي كان فارادي يقضيها في المختبر (حيث كان معروفاً عنه مواظبته على العمل من الساعة التاسعة صباحاً وحتى الحادية عشرة ليلاً في بعض الأحيان) من جهة أخرى. ويمكن اعتبارها أيضاً ردة فعل على علاقته بديفي، والتي كانت حافلة بذكريات مؤلمة. وفوق كل ذلك يمكن أن يعكس ذلك ترفع فارادي عن أي طموح دنيوي، فهو لم يكن يرغب أو يحتاج إلى شهرة كمؤسس لمدرسة بحثية خاصة.

الفصل

8

التعمق في الكهرباء والمغنطيسية

شعر فارادي في أواخر العشرينات ومطلع الثلاثينات من القرن التاسع عشر بحرية أكبر في ممارسة بحوثه العلمية والتحلي بروح المغامرة. ويعود السبب في ذلك جزئياً إلى رحيل عالمين ألقيا بالظل على حياته هما ويليام ولاستون الذي سبق أن انتقده بشدة والذي توفي في عام 1828، وديفي الذي توفي في السنة التي تلت. ورغم أن فارادي يدين له بالكثير، إلا أن ديفي لم يتمكن من التغلب على حسده المتزايد لفارادي. ووافق فارادي بعد رحيله، وللمرة الأولى، على تولي مسؤوليات في الجمعية الملكية، إذ شغل عضوية مجلسها من عام 1828 وحتى عام 1831. وألقى في عام 1829 محاضرة قيمة حازت على جائزة بيكر التي تمنحها الجمعية، ثم نال جائزة بيكر للمرة الثانية عن محاضرته التي ألقاها في عام

Oct 17. 1831

58 The needle did not remain deflected but returned to its place each time. The order of motions was same as in former expts — the motions were in the direction consistent with former expts i.e. the indicating needle tended to become parall[illegible] with the exciting magnet being on the same side of the wire & poles of the same name in the same direction

59 When the 8 helices were made one long helix the effect was not so strong on the galvanometer as before — probably not half so strong — So that it is best in pieces combined at the end

60 When only one of the 8 helices was used it was least powerfull — hardly sensible

61 Made a sort of jacket of tin foil round a paper cylinder so that being separated at the edges by paper the galvanometer wires could be attached to, then pushed mag- net in & out but could perceive nothing at galvanometer. Could hardly indeed expect it because as magnet introduced there was the part in advance only to carry the current back. Now in coil, the part in advance could not do so

[illegible] But jacket may be effectual with iron in its place made a magnet at once either by contact of bars or by helix round it.

Oct 18. 1831

62 Again charged battery of 12 troughs 10 pr. each 4 inches square

63 Re-experimented with helix & coils M. ( ) connected as before with the galvanometer. When battery was connected with one wire the other only feebly affected galvanometer. When [illegible]

دوّن فارادي في السابع عشر من تشرين الأول عام 1831 قيامه بلف وشيعة سلكية حول أسطوانة ورقية وربط أطرافها. كما أشار إلى انحراف الإبرة بصورة حادة لدى إدخاله مغنطيسياً داخل الأسطوانة مما يدل على وجود موجة كهربائية.

1832 والتي حصل بعدها على وسام كوبليه الذي تمنحه الجمعية للأبحاث العلمية المميزة. وشهد عام 1832 إلى جانب تقديمه للمحاضرة الثانية التي نالت جائزة بيكر، نشر مقالة له حول «الأنماط الصوتية»، وقد تم الحصول على الأشكال باستخدام مسحوق دقيق يوضع على صفيحة مهتزة. وبيّن فارادي أن تلك الأنماط، التي اكتشفت من قبل الفيزيائي الألماني إي إف إف شلادين، لا تتعلق بالاهتزاز الصوتي فحسب، بل بالوسط المحيط أيضاً كالهواء أو الماء على سبيل المثال. وتميزت تلك المقالة بدقة علمية منقطعة النظير أثبتت ثقة متجددة بالنفس ونضجاً علمياً لدى مؤلفها.

وكانت حياة فارادي مع سارة تسير على ما يرام أيضاً. فقد دامت سعادتهما رغم أنهما لم يرزقا بأولاد، ونذر الزوجان نفسيهما للأطفال. فكانت ضحكات الفتية من أبناء إخوتهم وأخواتهم غالباً ما تدوي في غرف المدير في المؤسسة الملكية إبان زيارتهم، كما عاشت معهما لبضعة سنوات اثنتان من بنات إخوة سارة هما جان بارنارد ومارغري آن ريد في حالة أشبه بالتبني، ويقال أن فارادي كان يفضل صحبة النساء على الرجال. وحين كانا يحظيان بزيارة عائلات ساندمانية أخرى، كان مايكل يستمتع على سجيته بالعدو مع الأطفال أو الطواف بهم على دراجته الثلاثية في الرواق شبه الدائري المحيط بالمدرج الواقع في الدور الأسفل من المبنى.

أما في منزله فكان فارادي يسترخي في مكتبه الخاص

بطمأنينة تامة، ويرحب بالعائلة الموسعة التي يجمعها الإيمان الساندماني وأواصر الزواج الكثيرة التي كانت تربط بين أسرتين وثيقتي الصلة (كعائلتي فارادي وهاستويل). إذ اقترنت شقيقة مايكل الصغرى مارغريت بشقيق سارة، في حين تزوج عدة أشخاص من عائلة بارنارد من عائلة ريد الساندمانية في نيوكاسل. كما تزوج شقيقا مايكل الكبيران روبرت وإليزابث أفراداً من الطائفة في لندن.

وكان مايكل وسارة يمضيان أيام الأحد برمتها في مقرهما، إذ كان العشاء (وليمة المحبة) يقع بين اجتماعيين آخرين للتعلم والمناقشة يدوم كل منهما ثلاث ساعات على الأقل في معظم الأحيان. ويخصص بعد هذا الماراثون الروحي وقت للاجتماعات العائلية، إضافة إلى الاجتماعات التي تعقد في أمسيات الأربعاء. وكان مايكل فارادي يقوم خلال الأسبوع أحياناً بزيارات إلى عائلات ساندمانية أخرى وعلى الأخص المحتاجة منها. وأضحى هذا الأمر أقرب إلى الواجب بعد قبوله شمّاساً (عام 1832) ثم زعيماً للكنيسة (عام 1840)، وأخذ يشارك أكثر فأكثر في الوعظ خلال اللقاءات الساندمانية في لندن وخارجها.

أما على صعيد المختبر، فقد عاد فارادي في مطلع الثلاثينات من القرن التاسع عشر إلى مجال الكهرومغنطيسية، والذي كان قد تركه بعد اكتشافاته

الأولية قبل عشر سنوات، مع استمراره في متابعة بعض الأبحاث في الكيمياء. وتوجد على الأرجح أسباب كثيرة تقف وراء إخفاق فارادي في الاستثمار المباشر للنجاحات التي حققها في العشرينات من القرن التاسع عشر. فقد كانت لديه أولويات أخرى بما فيها أبحاثه في الكيمياء ومتطلبات زواجه ومسؤولياته في الكنيسة الساندمانية.

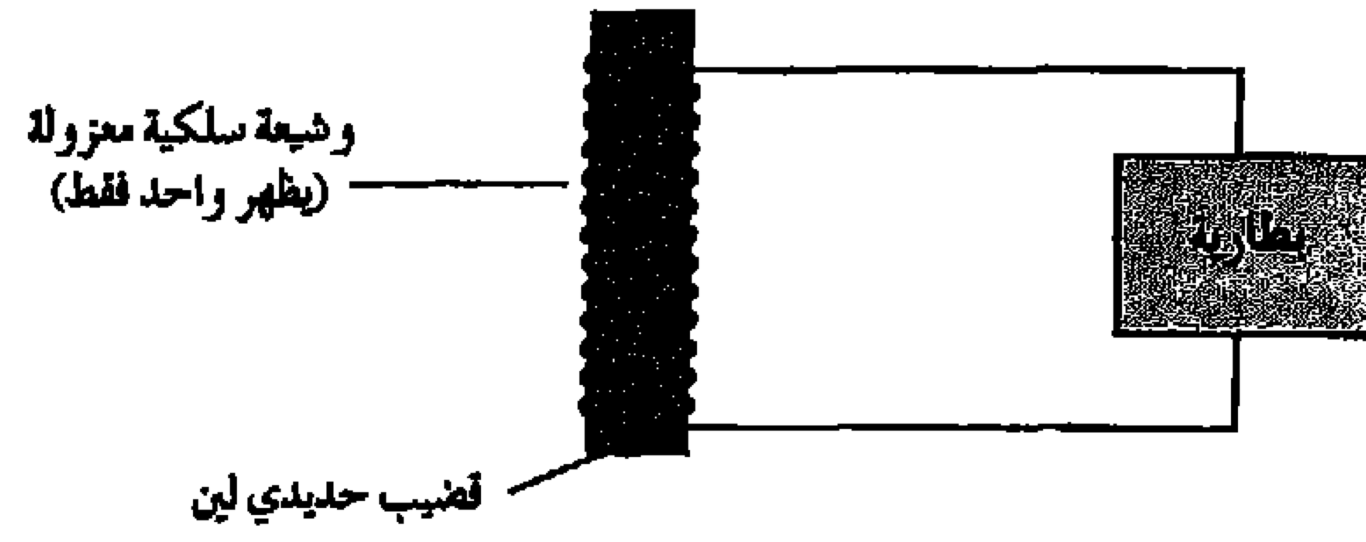
إلا أن السبب الرئيسي في الغالب هو موقفه المتأرجح من النظرية الكهرومغنطيسية لأندريه ماري أمبير. إذ كان يحترم الكثير من أفكار العالم الفرنسي، لكنه لم



كان أندريه ماري أمبير رياضياً وفيزيائياً فرنسياً اكتشف القوانين المتعلقة بمرور تيار كهربائي في سلك، وأطلق اسمه على واحدة التيار الكهربائي وهي الأمبير.

يكن ينظر إلى المغنطيسية كأثر جانبي للتيار الكهربائي كما فعل أمبير. بل كان يعتقد أن قوة دائرية تحيط بالسلك الذي ينقل تياراً كهربائياً هي المسؤولة عن دفع المغنطيس. كما وكانت لديه رؤية أكثر تناظراً للكهرباء والمغنطيسية، من دون ترجيح كفة إحداهما على الأخرى من حيث الأهمية. فبعد نجاحه في الحصول على آثار مغنطيسية من تيار كهربائي، عبّر فارادي عن رغبته في «تحويل المغنطيسية إلى كهرباء»، إلا أن حالة الفوضى النسبية التي كانت تتسم بها النظرية الكهرومغنطيسية حالت دون تحقيقه لذلك آنذاك.

ثم تحقق، خلال العشرينات من القرن التاسع عشر، بعض التقدم في الكهرومغنطيسية بفضل آخرين، منهم الفلكي والفيزيائي الفرنسي فرانسوا آراغو، والمخترع وصانع الأحذية الإنكليزي ويليام سترجيون. إذ اكتشف آراغو أنه إذا ما لف سلك مكهرب على شكل وشيعة ثم أدخل قضيب فولاذي داخل الوشيعة فإنه يصبح ممغنطاً. وكان قد أجرى تجارباً أظهرت السلوك الغريب لإبرة البوصلة عندما يوضع تحتها قرص نحاسي مسطح بشكل أفقي. إذ أن تحريك البوصلة يجعل إبرتها تحتاج إلى بعض الوقت عادة كي تعود إلى وضع مستقر، لأنها تهتز أحياناً مائة مرة أو أكثر، أما وجود القرص فيخفض الاهتزازات إلى عدد صغير جداً. وبالرغم من أن النحاس معدن لا مغنطيسي، فإن له أثر مماثل لأثر سلك ناقل على الإبرة.

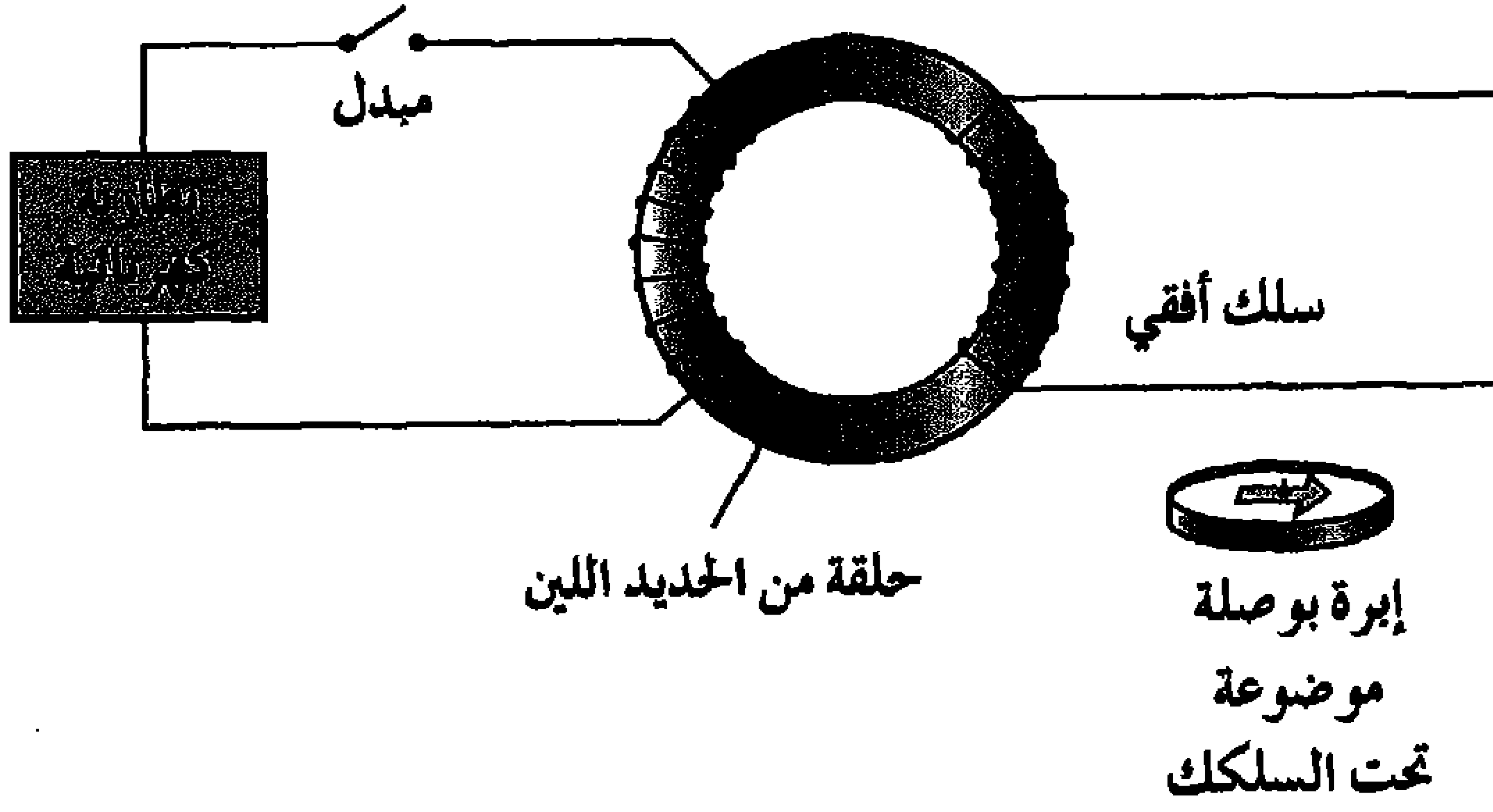


مغنطيس كهربائي بسيط

أما ويليام سترجيون فقد اخترع المغنطيس الكهربائي. حيث قام بلف وشيعة من سلك نحاسي عار حول قطعة من الحديد اللين محنية على شكل حدوة حصان ومغطاة بطبقة من الورنيش العازل. واكتشف سترجيون أن الحديد يصبح ممغنطاً لدى مرور تيار عبر السلك، ويكون بمقدوره رفع ثقل حديدي زنة 4 كغ. في حين تختفي المغنطيسية عند قطع التيار فيسقط الثقل. ونقول بأسى أن فارادي قد تغاضى بصمت تام عن مطالبات سترجيون المشروعة بأحقيته في اختراع المغنطيس الكهربائي وعدد آخر من الاكتشافات المهمة في الكهرومغنطيسية. ومن الواضح في هذه القضية أن فارادي لم ينسب الفضل المستحق بجدارة إلى صاحبه. فهل كان يرى في صانع الأحذية المتواضع منافساً له أكثر خطورة من ولاستون الشهير؟

لقد كانت مثل تلك الأشياء الغريبة كافية لإثارة اهتمام فارادي بالكهرومغنطيسية من جديد، فبدأ تجربة هامة في آب 1831 قادته إلى أحد أعظم اكتشافاته. حيث قام بتركيب أداة بسيطة هي عبارة عن سلكين منفصلين ملفوفين حول حلقة من الحديد اللين قطرها الخارجي

يقارب 6 إنش. ورُبط أحد السلكين في نهايتيه إلى بطارية، في حين كانت نهايتا السلك الآخر موصولتين معاً. كما وضعت إبرة ممغنطة مرتكزة على محور مباشرة تحت جزء من الدارة، بحيث تكون موازية لطول قصير من السلك. ولدى وصل الدارة، التي تشتمل على البطارية، أو قطعها كانت الإبرة القريبة من الدارة الأخرى تُنتزع من مكانها ثم تستعيد هبوطاً وضعها الأولي. ومن ثمَ فإن تغيراً في التيار الكهربائي في الدارة الأولى يؤثر على مغنطيسية الحلقة الحديدية. وكان هذا الأمر معلوماً مسبقاً، أما الجديد فهو التغير في الدارة الثانية. إذ أن تحرك الإبرة يقتضي أن تياراً كهربائياً قد تدفق عبر السلك الذي يعلوها. وبذلك فإن المغنطيسية تنتج أثراً كهربائياً كما ينشأ عن الكهرباء أثر مغنطيسي.



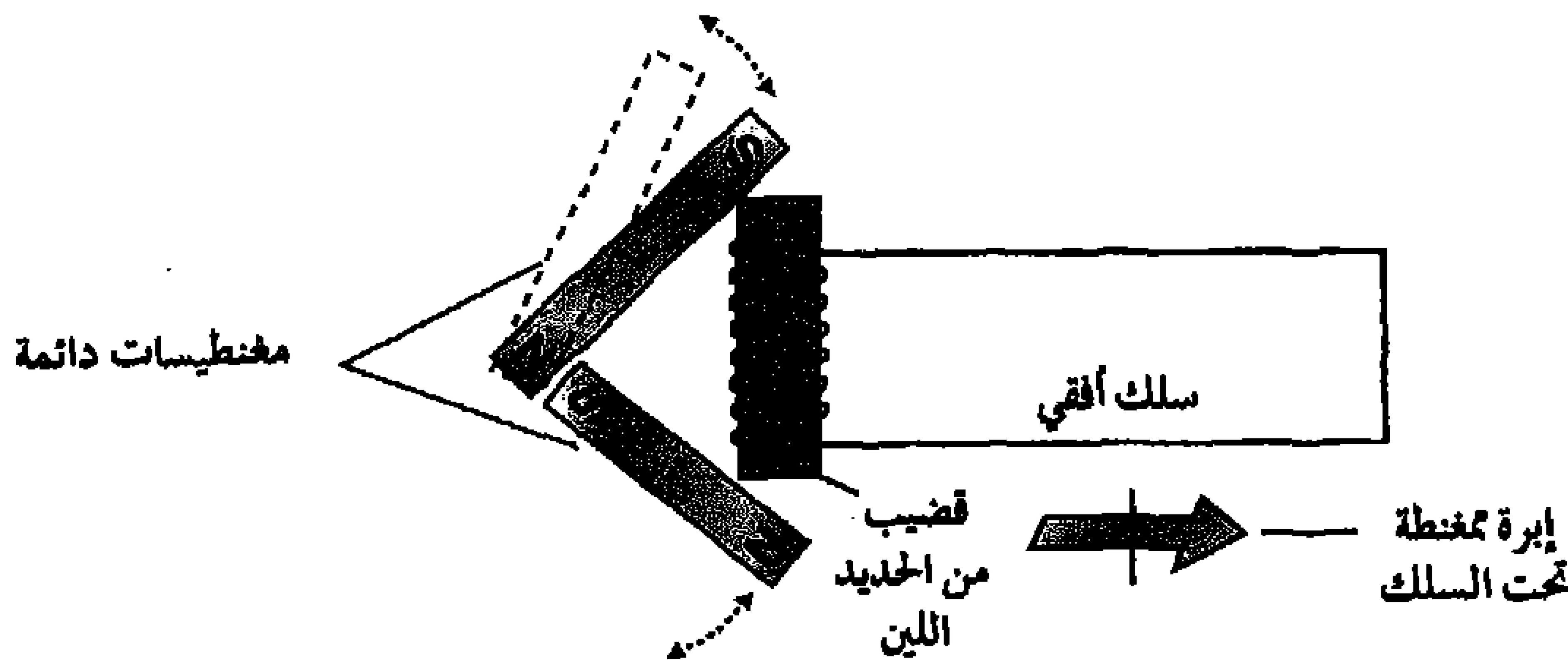
وتعد هذه أول حالة موثقة للتحريض الكهرومغنطيسي، على الرغم من أن فارادي لم يسجل في حينها مطالبة بذلك. واستمر في إجراء التجارب خلال

اليوم أو اليومين التاليين، ليأخذ بعدها استراحة بلغت ثلاثة أسابيع، انكب بعدها من جديد على المسألة بطاقة متجددة.

وصنع فارادي في الرابع والعشرين من أيلول تشكيلة مثلثية مكونة من قضيبين دائمي المغنطيسية وقضيب قصير من الحديد اللين يربط القطب الشمالي لأحد المغنطيسات بالقطب الجنوبي للمغنطيس الآخر. ويحيط بالقضيب الحديدي اللين وشيعة من سلك ربطت نهايتاه معاً وهو موجود على مقربة من إبرة ممغنطة كما في التجربة السابقة، وعندما حرّك أحد المغنطيسين الدائمين أشارت الإبرة إلى مرور تيار في السلك الذي يعلوها. وكان ذلك دليلاً على نشوء تيار كهربائي بمجرد تغيير موضع المغنطيس، من دون الحاجة إلى استخدام دارة كهربائية أخرى. أي أنه نجح في الحصول على الكهرباء من المغنطيسية بمفردها.

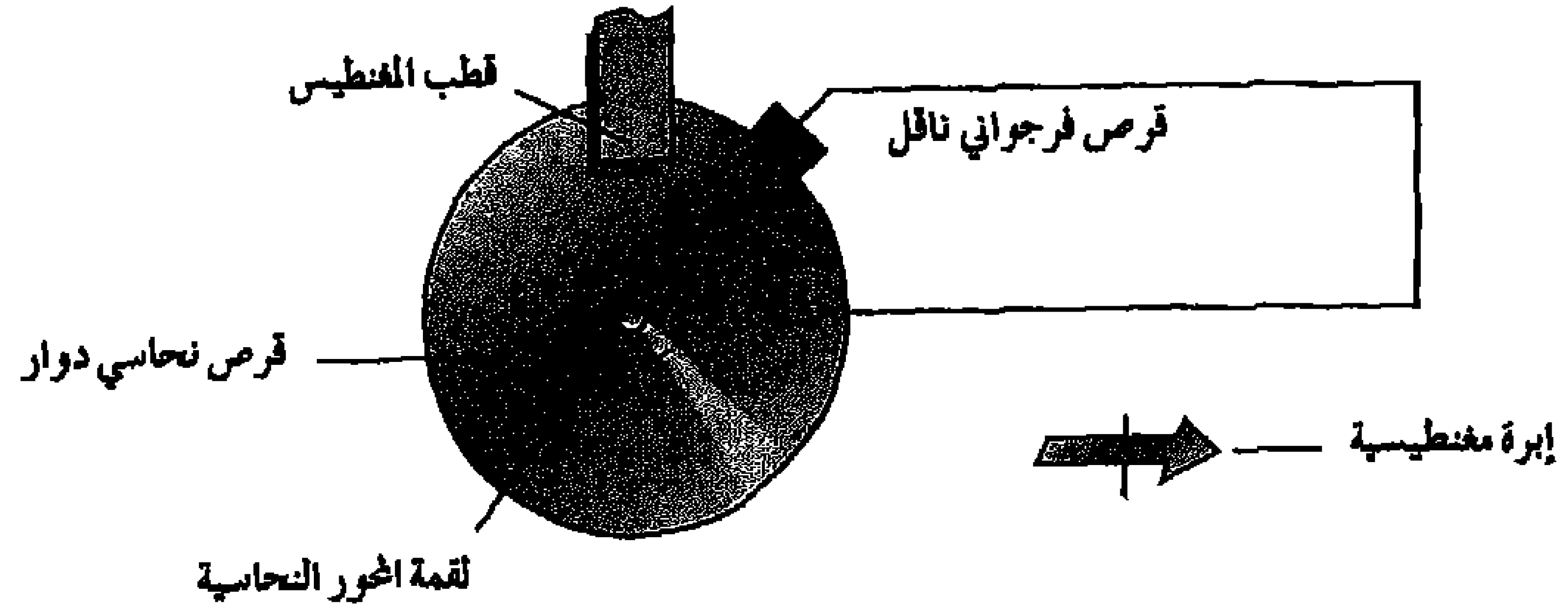
ثم بدّل، بعد أيام قليلة، قضيب خشبي بالقضيب الحديدي فكان الأثر على الإبرة الممغنطة صغيراً جداً. وعاد بعدها إلى التجربة الأولى التي تستخدم حلقة حديدية ليبرهن على أنه في حال وجود ثغرة صغيرة تقطع الدارة الثانية، فإن شرارة كهربائية تقفز عبر الثغرة فيما لو كانت الحلقة الحديدية ممغنطة. وفي السابع عشر من تشرين الأول قام بلف وشيعة سلكية حول أسطوانة ورقية، وربط نهايتيها معاً كالمعتاد. وعندما أدخل مغنطيساً

داخل الاسطوانة خضعت الإبرة إلى انحراف حاد كما لو أن هناك موجة من الكهرباء. وزادت تجارب أخرى من قناعته أن بمقدور المغنطيسية بالفعل توليد تيار كهربائي وأن معدن الحديد مهم جداً في مثل تلك التجارب.



عندما يُحرَّك أحد المغنطيسيين (كما هو مبيَّن بالخطوط المنقطة) تُظهر الإبرة المغنطيسية انحرافاً، مما يدل على مرور تيار في السلك الذي يعلوها ويثبت الحصول على الكهرباء من المغنطيسية.

وتجدر الإشارة إلى أن فارادي لم يكن قد حصل بعد، عند تلك المرحلة، على ما يشبه تياراً كهربائياً مستمراً. لكنه وقع بعد بضعة أيام على طريقة محتملة للحصول عليه. إذ اقترح القيام بإدارة قرص نحاسي (يشبه القرص الذي استخدمه آراغو) بين قطبي مغنطيس والنظر في إمكانية كشف تيار في الدارة الموصولة مع القرص. وتوصل بعد عدة تجارب مخيبة للأمل إلى ترتيب بسيط، حيث وصل أحد طرفي الدارة إلى لقمة المحور النحاسية الذي يدور القرص عليه، في حين لامس طرفها الآخر حافة الدولاب المتحرك. وبذلك حصل فارادي حسب تعبيره على «إنتاج تيار كهربائي دائم بوساطة مغانط عادية». لقد تمكن من اختراع الدينامو.



وقُدم تقرير عن النتائج من دون الخوض في التفاصيل الصغيرة إلى الجمعية الملكية في تشرين الثاني. وأقر فارادي في دفتر يومياته أن تحويل المغنطيسية إلى كهرباء لم يمثل مفاجأة له. لكن الأشهر الأخيرة من عام 1831 مثلت تحقيق حلم طال عشر سنوات.

كان فارادي حريصاً على الالتزام بالوقائع التجريبية في مقالاته المنشورة، إلا أن فكرة، كانت تنضج في ذهنه شيئاً فشيئاً، شكلت الأساس لكثير من أعماله. كانت تلك الفكرة هي مفهوم «الحالة الطنينية الكهربائية»، وهي حالة للجهد أو التوتر المحرض في سلك نتيجة مرور تيار كهربائي. فما أن تتدفق الكهرباء حتى تنشأ الحالة الطنينية الكهربائية ويتسبب هذا الجهد بانحراف الإبرة الممغنطة. أما حين ينقطع التيار فتنحرف الإبرة في الاتجاه المعاكس. وهكذا عوضاً عن أن يكون هناك سيل من الكهرباء يتدفق عبر السلك توجد موجة من التوتر تنتقل عبره من جزيء إلى آخر. وتمثلت المشكلة في عدم إمكانية الحصول على إثبات تجريبي على هذه الحالة الطنينية الكهربائية. وبرغم

ذلك بقيت تلك الفكرة مبدأً دليلياً في فكر فارادي لسنوات كثيرة تلت.

وتعد هذه الاكتشافات المنطلق للكثير من الأبحاث الجديدة في الكهرباء التي قام بها فارادي، وبداية عصر كهربائي جديد للحضارة. فقد سمحت تلك الاكتشافات بظهور الدينامو الحديث والصناعة الكهربائية الواسعة التي استندت إليه، على الرغم من أن فارادي لم يتنبأ بحدوث كل ذلك. وزار السير روبرت بيل رئيس الوزراء البريطاني المؤسسة الملكية بعيد نشر تلك النتائج. واستوضح من فارادي عن استخدامات هذا الاكتشاف الكهربائي الجديد فأجابه قائلاً «لا أدري، لكنني أراهن على أن حكومتكم ستفرض ذات يوم ضريبة عليه». وكان بالطبع على حق في ذلك.

ومع نهاية عام 1831 كان فارادي قد اخترع وسيلة للحصول على تيار كهربائي مستمر كما البطارية، وإنما باستخدام قرص متحرك ضمن حقل مغنطيسي. لقد كان فخوراً عن وجه حق بالدينامو البدائي الذي اخترعه، لذا يمكن فهم الغضب الذي انتابه عندما أعلن محرر صحيفة تدعى ليتراري غازيت في مطلع 1832 أن فيزيائيين يعملان في إيطالية قد سبقا فارادي إلى ذاك الاكتشاف. والواقع أن الإيطاليين وهما ليوبولدو نوبيلي وفينشنسو أنتينوري قد قاما بتكرار بعض تجارب فارادي بعد الإطلاع عليها في تقرير محرف تم تناقله في باريس، إلا أنهما قد أشارا

بصورة أمينة إلى المصدر. وتلقى المحرر الطائش رسالة مقتضبة من فارادي جاء فيها «لم تزعجني في حياتي مقالة كما فعلت هذه المقالة». وسُوّي الخلاف بنشر كامل تقرير فارادي إلى الجمعية الملكية في مجلتها فيلوزوفيكال ترانز أكشن، وبنشر ملاحظاته الخاصة ملحقة بترجمة لمقالة الإيطاليين في فيلوزوفيكال ماجازين. وكشفت تلك القضية جانباً خفياً في شخصية فارادي وهو حساسيته فيما يخص حقوقه من حيث الأولوية والملكية لأعماله. وكما أكد تيندال «تكمن خلف لطفه ودماثة خلقه حرارة بركان»، رغم أن تلك الحرارة كانت على الدوام تحت السيطرة.

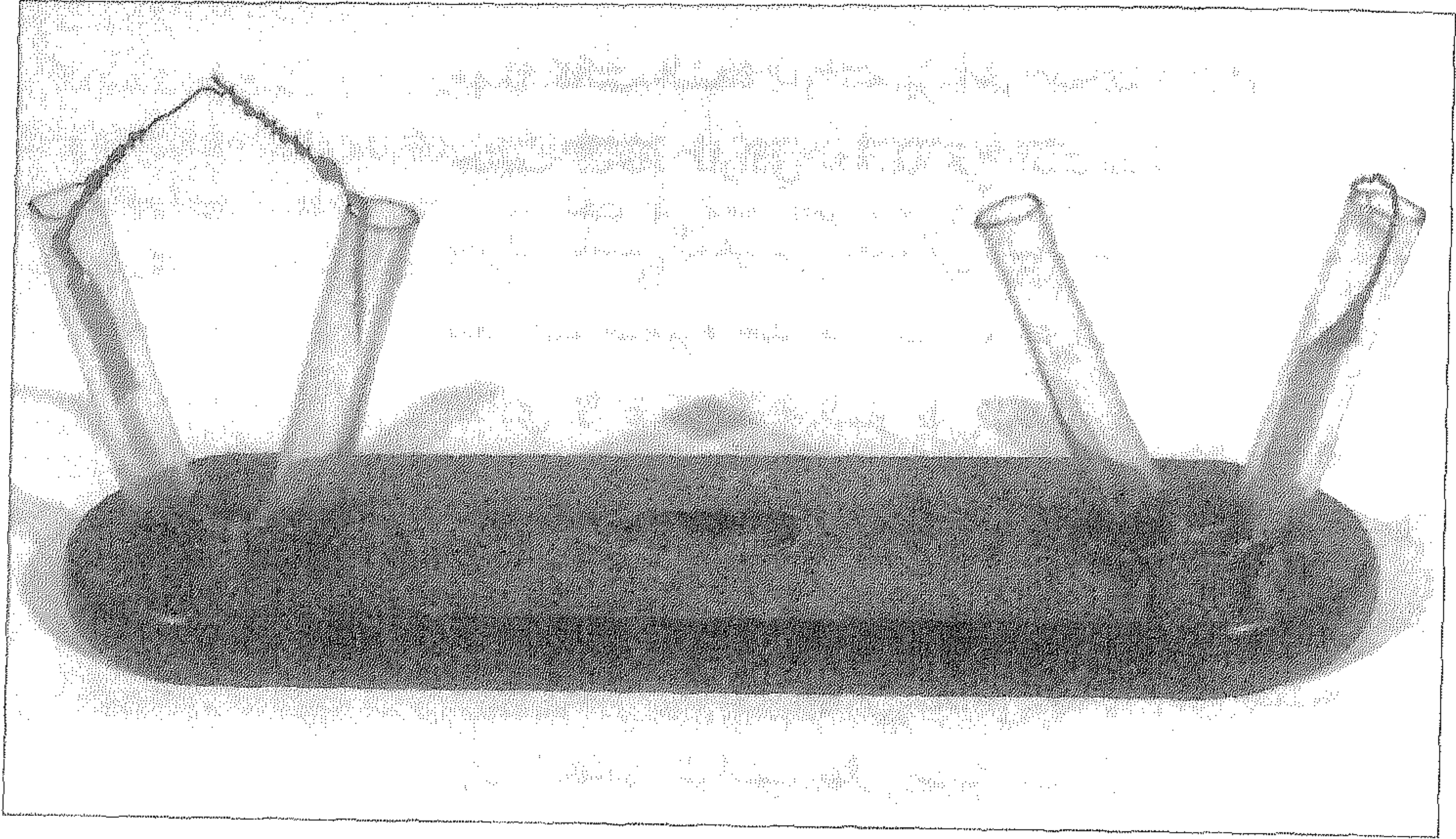
لقد انزعج فارادي كثيراً من هذا الاتهام بسرقة أعمال الآخرين، الذي أعاد له ذكريات الاتهامات السابقة من ولاستون وديفي. واستمر في أبحاثه المتعلقة بالكهرباء إلا أن ظهور هذا الجدل من جديد قد حضه على تفادي التسريبات المبكرة حول نتائجه كي لا يضر بمطالباته بأصالة أعماله.

وتصدى فارادي أثناء ذلك لمسألة رئيسية أخرى. إذ كان يتم منذ سنوات كثيرة الحصول على آثار كهربائية من طيف من المصادر المختلفة. ومن أقدمها الكهرباء الساكنة التي كان يُحصل عليها سواء من التفريغ الكهربائي البرقي أو من دعك الشعر أو الحرير بمواد مثل خشب الأبنوس، والذي يتسبب بحدوث شرارات بالغة الصغر كي تسمع أو ترى. وكان معروفاً منذ زمن طويل أن بمقدور بعض

الحيوانات أن ترد مهاجميها بإعطائها ما يشبه الصدمة الكهربائية. وكان معلوماً منذ منتصف القرن الثامن عشر أيضاً أنه عندما يُسخّن الكبريت أو الراتنج في وعاء معزول يحدث نوع من التكهرب أطلق عليه فيما بعد اسم الكهربائية الحرارية. كما ظهر نوع آخر في عام 1800 عندما قام ألساندرو فولتا بتكديس أقراص متناوبة من النحاس والزنك والورق الرطب ليحدث تياراً مستمراً، وكان عمود فولتا في الواقع أول بطارية كهربائية. وقد أُطلق على هذا التكهرب اسم الكهربائية الفولتية نسبة إلى مكتشفها. وجاء فارادي ليبرهن بنفسه على وجود نوع آخر أيضاً هو الكهرومغنطيسية.

كانت الكهرباء الساكنة تُكشف في الغالب من خلال قدرتها على التسبب بتباعد الورقتين الذهبيتين للمكشاف الكهربائي، كما كان معروفاً عنها تسببها بالحرارة وبالشرارات أيضاً. وقد عكف كثير من الباحثين على دراسة الكهرباء الفولتية بتمحيص منذ الإعلان عنها، وتوصلوا إلى بعض الآثار المماثلة، إلى جانب أثر آخر جرى اكتشافه في عام 1800 من قبل المؤلف ويليام نيكولسون والجراح أنطوني كارلسيل وهو قدرة الكهرباء الفولتية على تحليل محاليل الكثير من المواد الكيماوية، والتي عرفت فيما بعد باسم التحلل الكهربائي.

وكان التساؤل الهام الذي طرحه فارادي على نفسه هو ما إذا كانت جميع تلك الأشكال من الكهرباء عبارة عن



قام فارادي بصنع أو استخدام هذا الجهاز في دراساته للآثار الكيماوية لتيار كهربائي. وقام بوضع المحاليل المراد تحليلها داخل الأواني الزجاجية على شكل حرف V.

ذات الشكل في واقع الأمر. وقد أثبت في عام 1832 صحة ذلك من خلال اختبار الآثار العامة (كالمغنطيسية أو التحلل الكيماوي) للكهرباء من مصادر مختلفة.

وصدرت بذلك عن المختبر الصغير في شارع ألبيمارل استنتاجات كان لها أثر هائل على دراسة الكهرباء التي اتحدت في علم جديد وحيد. ولم يقتصر الأمر على اتحاد علم الكهرباء، إذ كانت الفيزياء والكيمياء في طريقهما للاندماج في علم جديد آخر هو الكيمياء الكهربائية.

إذ لم يكتف فارادي بدراسة الآثار العامة للكهرباء من مصادر متنوعة، بل درس أيضاً آثار تفريغ الكميات ذاتها من الكهرباء الساكنة والفولتية بوساطة مقياس غلفاني، وهو جهاز يقيس مرور تيار كهربائي من خلال مقدار انحراف إبرة مغنطيسية فحصل على النتيجة ذاتها تماماً

مهما كانت الشدة (أو بتعبير آخر الجهد) الكهربائية. لقد حالف الحظ فارادي حقيقة في استخدامه لجهاز خاص يعرف باسم المقياس الغلفاني البالستي والذي يستجيب لتغيرات صغيرة جداً في التيار، إذ أن المقياس الغلفاني العادي لا يقيس كمية التيار بل تدفقه.

ولكن هل بالإمكان إجراء قياسات كمّية مشابهة على التحللات الكهربائية؟ قد يكون ممكناً قياس مدى التحللات من خلال قياس حجم الهدروجين المتحرر أو وزن النحاس الراسب على سبيل المثال. وبدأ فارادي مع نهاية عام 1832 البحث فيما أسماه «الانحلال الكيميائي الكهربائي». حيث استخدم فُلطامتر لقياس حجم الغازات المنبثقة نتيجة مرور تيار عبر المحلول. ومرر تياراً عبر سلسلة من الأكواب التي تحوي حمض الكبريت الممدد، استخدم فيها جميع التغيرات الممكنة في أنواع النواقل التي تحمل التيار إلى ومن المحاليل. وكانت النتيجة مطابقة لتوقعاته، وعلى الأخص أن مدى الفعل الكيميائي الكهربائي يتعلق فقط بكمية التيار. وتوصل بذلك إلى ما أطلق عليه اسم قانون فارادي الأول في التحلل الكهربائي: تتناسب كمية التغير الكيماوي الناتج عن مرور تيار كهربائي مع كمية الكهرباء التي تعبر المحلول.

ثم بدأ فارادي في نهاية عام 1833 تقريباً بتجريب طيف واسع من المواد المذابة بالماء داخل الفلطامترات، فتوصل سريعاً إلى استنتاج آخر يعرف باسم قانون فارادي الثاني في التحلل الكهربائي:

تتعلق كمية التحلل الناتجة عن مقدار معين من الكهرباء أيضاً بالمعادل الكيماوي للمادة الراسبة أو المتحررة، والمعادل الكيماوي هو الوزن الذي يحل محل أو يتحد مع وزن أحادي من الهدروجين، أي على سبيل المثال عدد غرامات الزنك التي تحل محل غرام واحد من الهدروجين.

ويطلق على كمية الكهرباء اللازمة لتحرير معادل كيماوي واحد (1 غرام من الهدروجين على سبيل المثال) عدد فارادي أو اختصاراً فارادي. ويعد القانونان اللذان اكتشفهما فارادي الأساس الكمي لعلم الكيمياء الكهربائية.

وقد بطلت تفسيرات فارادي النظرية للتحلل الكهربائي منذ زمن طويل. إذ اعتقد أن التيار يتسبب بانحلال الجزيئات عديمة الشحنة إلى جزيئات مشحونة أطلق عليها اسم «الإيونات»، تنتقل إلى الناقل ذي الشحنة المعاكسة ثم تفقد شحنتها. وبدا أن أولى مفاهيم فارادي المتعلقة بالطنين الكهربائي قد تقدم شرحاً ملائماً للتحلل الكهربائي. إلا أن غياب البرهان التجريبي بعد الكثير من الأبحاث التي أجراها قاده في عام 1835 على الأرجح إلى التخلي للمرة الثانية عن اعتبار الحالة الطنينية الكهربائية «نتيجة تجريبية»، رغم تمسكه بها كفرضية. ولم يتمكن فارادي من حل هذه المسألة ولو أن أبحاثه قد قادت جيمس كليرك ماكسويل في نهاية الأمر إلى اكتشاف كيفية تطبيق نظرية الحقل على المغنطيسية وعلى الكهرباء. وقام ألبرت إينشتاين بعد سنوات كثيرة بتطوير هذه المفاهيم بصورة أعمق ليصل إلى نظرية الحقل الموحد والنسبية العامة.

كما يدين علم الكيمياء الكهربائية بالفضل إلى فارادي في الكثير من المصطلحات المسلم بها الآن مثل التحلل الكهربائي وهو عملية انحلال محلول كيماوي بوساطة الكهرباء، والمنحل بالكهرباء وهي المادة من المحلول التي تخضع للتحلل، والمسرى وهو الناقل الذي يدخل منه التيار إلى المحلول أو يخرج، والمهبط وهو الناقل الذي يخرج منه التيار (المسرى السالب)، والمصعد وهو الناقل الذي يدخل منه التيار (المسرى الموجب)، والأيون وهو الجزيء المشحون من المحلول، والأيون موجب الشحنة وهو الأيون الذي يتفرغ عند (يتجه إلى) المهبط، والأيون سالب الشحنة وهو الأيون الذي يتفرغ عند (يتجه إلى) المصعد.

وعلى الأرجح فإن المصطلحين الأوليين قد أوجدهما صديق لفارادي هو الدكتور وايتلوك نيكول، أما المصطلحات الأخرى فقد ابتكرها الرياضي ويليام ديول رئيس كلية ترينتي في كامبردج (والذي استنبط أيضاً كلمة «عالم»). وبالرغم من أن فارادي لم يكن من وضع تلك المصطلحات إلا أنه هو من جعلها في متناول العموم عندما استخدمها في محاضرة ألقاها مطلع عام 1834، ثم نشرها في فيلوزوفيكال ترانز أكشنز بعد فترة وجيزة.

تابع فارادي مشاريع متنوعة في ذات الوقت الذي أنجز فيه تلك التطورات الهامة في علم الكيمياء الكهربائية مبرهناً بذلك على فكر مبدع متعدد المهارات. إذ اكتشف

في عام 1833 أنه بالإمكان استخدام البلاتين لتحفيز التفاعل بين غازي الهدروجين والأكسجين وتشكيل الماء. واستنتج عن حق أن السبب في ذلك هو امتصاص الغازات على سطح المعدن (والذي كان أيضاً عرضة للتسمم بالكثير من الشوائب ومن ثَمّ فساد المادة المحفزة). كما استنتج أيضاً، فيما يخص سطوح المعادن، أن السبب الذي يمكّن حمض النيتريك من جعل الأيون سلبياً أو غير فعال كيماوياً هو على الأرجح الحماية التي تؤمنها طبقة رقيقة من أكسيد الحديد. وقد تنوعت دراساته الأخرى من أثر مسحوق البارود على الرصاص إلى تجارب على كبريتات الصوديوم والمطاط الخام (الكوتشوك) ومطهر سائل جديد يحتوي على الكلور.

كما خاض فارادي في مغامرة أكثر ديمومةً ارتبطت بتطبيق واسع النطاق للعلم، عندما جرى تعيينه في عام 1836 مستشاراً علمياً لترينتي هاوس الهيئة المسؤولة عن جميع المنارات المنتشرة على شواطئ إنكلترة وويلز. وشغل هذا المنصب حتى عام 1865. وقد اشتمل عمله على واجبات متنوعة منها إسداء النصح حول التهوية، وإشارات الضباب، وصنع العدسات، وزيوت التسخين، وميزات الإنارة الكهربائية الجديدة. وقد سعى فارادي إلى جعل المنارات أكثر اقتصاداً من حيث استهلاك الوقود وأكثر فعالية من حيث الإنارة. وقد ألزمه عمله لدى ترينتي هاوس كثيراً من الترحال في شروط غير مريحة في أغلب الأحيان. وتقدم الرواية التالية التي يعود تاريخها إلى شباط

1860، وقد بلغ كاتبها من العمر 69 عاماً، وصفاً نموذجياً للواقع:

ذهبت إلى دوفر يوم الإثنين المنصرم (الثالث عشر من الشهر الحالي)، فهبّت علينا عاصفة ثلجية ونحن بين أشفورد ودوجر كادت أن تحتجزنا في القطار، ولم أتمكن من الذهاب إلى المنارة في تلك الليلة، وعندما اكتشفت صبيحة اليوم التالي أن الطرقات مغلقة بسبب تراكم الثلوج، عدت إلى لندن. ثم عاودت الكرة يوم الجمعة ولكن هذه المرة بالطائرة على أمل أن تكون الطرقات قد فتحت إلا أن تلك المؤدية إلى المنارة كانت مغلقة أيضاً. وتمكنت بعد تسلق السياجات الشجرية والجدران واجتياز الحقول، من الوصول إلى المنارة وتفقدها وتدوين الملاحظات.

قد يكون أمراً سهلاً إفتراض أن الدافع وراء عمل فارادي الاستشاري الهائل بما فيه وظيفته لدى ترينيتي هاوس رغبته بتحسين دخله. فهو قطعاً لم تعد المؤسسة الملكية سخية في السنوات الأولى، إذ كان يتقاضى 57 جنيه استرليني في عام 1813 وزاد مرتبه السنوي ليصل إلى 300 جنيه استرليني فقط في عام 1853. إلا أن التعويضات السنوية التي تقاضاها فارادي عن محاضراته بلغت 100 جنيه استرليني في الثلاثينات من القرن التاسع عشر، كما منحته السلطة الملكية اعتباراً من عام 1835 معاشاً خاصاً قدره 300 جنيه استرليني. وهكذا قدّر دخله

بحوالي 1000 جنيه استرليني سنوياً وهو ما يعادل 100 ألف جنيه استرليني في التقديرات الراهنة. وقد طُرح تساؤل حول مدى الرضا الذي قد يغمر شخصاً روحياً مثل فارادي بتلقي مثل هذا الدخل الوافر في نهاية المطاف. لقد شعر فارادي حقيقة بأنه يستحق أكثر مما يتقاضى، بالنظر إلى انجازاته الهامة خصوصاً، ولو أن السبب في ذلك قد يعود إلى إحدى الأزمات المالية المتواترة التي عصفت بالمؤسسة الملكية. وبالرغم من كل ذلك فإن فارادي قد شعر وضوحاً بأنه يستحق مرتباً لائقاً، دون أن يتعارض هذا الشعور مع تعاليم إيمانه الساندماني.

لقد كان فارادي، بحكم كونه ساندمانياً، ملتزماً بالنظرة الكتابية للغنى، والتي تشتمل على وصايا مثل «لا تقدرون أن تعبدوا الله والمال [قيم دنيوية]»، و«فاطلبوا أولاً ملكوت الله». وقد عُثر في نسخة الإنجيل الخاصة بفارادي على خطوط عمودية مرسومة بالقلم بصورة جلية بمحاذاة المقطع الطويل الذي يتضمن النصوص الأخيرة المذكورة، إلى جانب الكثير من النصوص الأخرى مثل «لأن حب المال أصل كل شر» (الأولى تيموتاوس 6-10) و«نزّهوا سيرتكم عن حب المال واقنعوا بما عندكم فإنه قال لا أخذلك ولا أهملك» (العبرانيين 13-5).

إلا أن فارادي ورفاقه كانت لديهم عموماً رؤية

متوازنة، تعد المال بحد ذاته هدفاً عديم القيمة، في حين أن حيازته أمر مقبول شريطة أن يكون مصدره شريفاً واستخدامه حكيماً. وكان فارادي انطلاقاً من هذه الفلسفة يقدم تبرعات كثيرة للمؤسسات الخيرية بصورة متواترة، كما كان يعطي من يعولهم بسخاء، بالرغم من أننا نجهل طبيعة أو حجم تلك الهبات. وقد أكد الفيزيائي جون تيندال أحد زملاء فارادي في المؤسسة الملكية أن المدخول الخارجي لفارادي قد تضاءل إلى العدم بحلول الثلاثينات من القرن التاسع عشر، وأنه في سنواته الأخيرة لم يقبل أن يتقاضى حتى مرتبه الذي يقارب 200 جنيه استرليني لقاء خدماته لدى ترينيتي هاوس. وقد قيل أنه لو رغب لتمكن من الحصول على خمسة آلاف جنيه استرليني سنوياً بعد عام 1832. كما أن فارادي لم يتقدم مطلقاً بطلب براءة اختراع لأي من ابتكاراته. وتقدم تلك الحقائق مجتمعة صورة متماسكة لرجل لم يعر أدنى اهتمام للثروة الدنيوية.

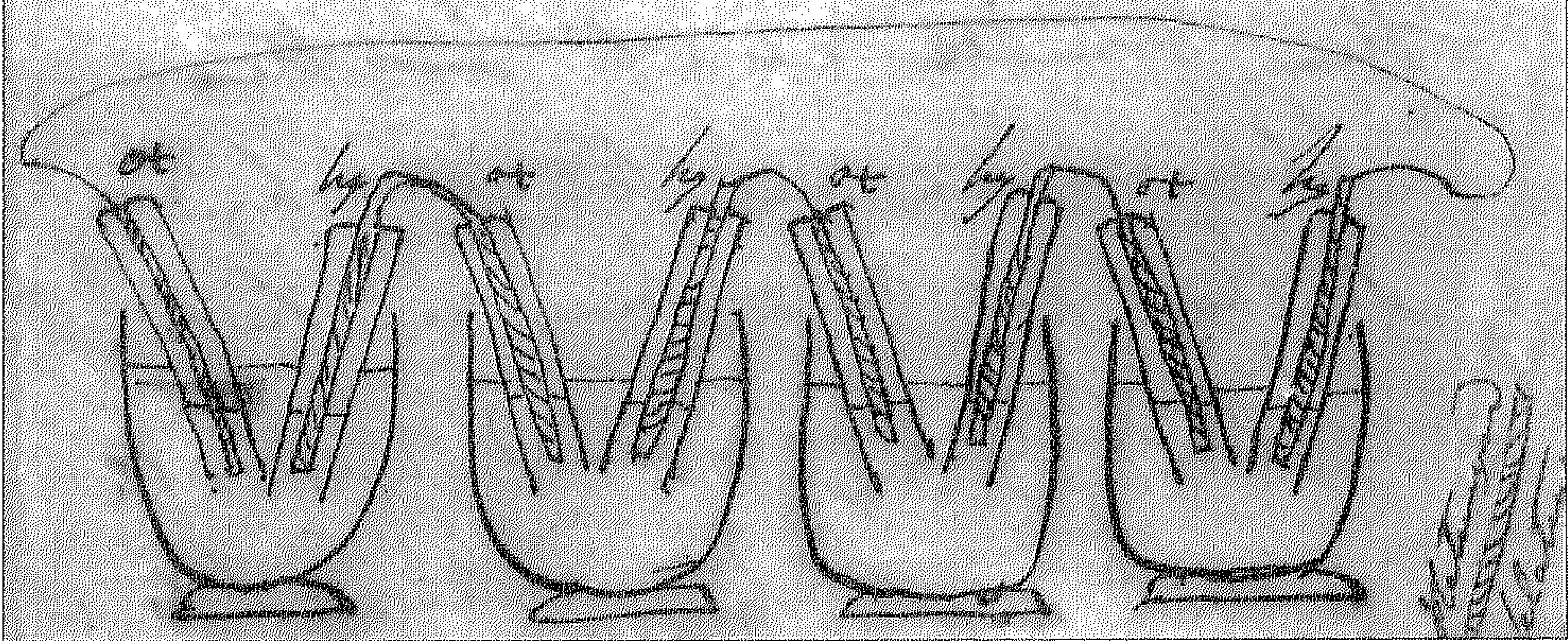
وهكذا عندما قرر فارادي العمل في عالم التجارة لم يكن هدفه من ذلك زيادة ثروته، بل كان مسعى منه لمواصلة كسب المعارف الطبيعية. كما أنه كان كثير الاهتمام بتسخير علومه لتحقيق فوائد عملية لمواطنيه سواء أكانوا عمال المناجم الذين يواجهون مخاطر الانفجارات أو البحارة على متن سفينة ضربتها عاصفة وهم يمعنون النظر بقلق بحثاً عن إشارة الترحيب والتحذير الصادرة عن إحدى المنارات الكثيرة المنتشرة في بريطانية. ونجد وصفاً

لهذا الإحساس في وضع فارادي علامة بارزة إلى جانبها:
«فلا نفشل في عمل الخير فإنا سنحصد في الأوان بغير كلال».

London Institution.
Saturday Oct 22
1842

My dear Sir

I have just completed a curious voltaic pile which I think you would like to see, it is composed of alternate tubes of oxygen & hydrogen through each of which passes platinum foil so as to dip into separate vessels of water acidulated with sulphuric acid the liquid just touching the extremities of the foil as in the rough figure below. the



كتب الفيزيائي والمحامي ويليام روبرت جروف هذه الرسالة إلى فارادي في عام 1842، يصف فيها اختراعه «لبطارية غاز» أو خلية تعمل بالوقود.

الفصل

9

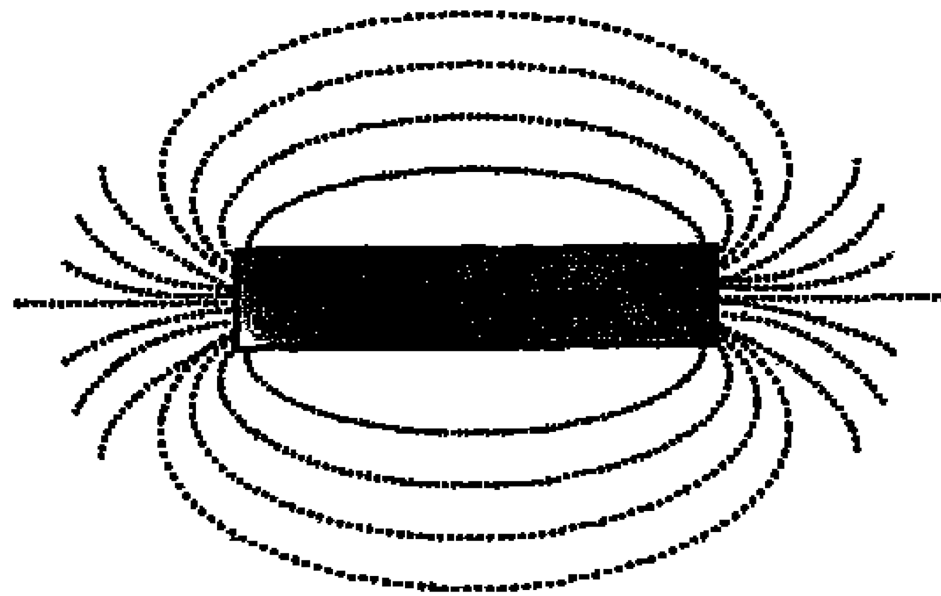
الكهرومغنطيسية

«الخوض في الحقول العجائبية»

كان فارادي، خلال مجمل الوقت الذي أمضاه في متابعة تحقيقاته حول كهربية التيار وحول المغنطيسية؛ يتساءل عن الطريقة التي تُنقل بها الآثار الكهربائية أو المغنطيسية. وساد في عصر فارادي تفسيران منطقيان فيما يخص نقل الآثار الكهربائية والمغنطيسية، فرفض فارادي كلتا النظريتين. إذ اعتمدت الأولى، التي اقترحها الكيميائي جون دالتون، على ذرات المادة؛ في حين استندت الثانية إلى مبدأ قديم هو الأثر عن بعد، وينص على أن الأجسام تتجاذب فيما بينها من دون حاجة لوجود أجسام وسيطة لتمرير الآثار. وكان ذلك الرفض أحد أسباب توصل فارادي إلى نظرية «الحقول» والتي تمثل

وسائط ميكانيكية لنقل الطاقة عبر المسافات. ولعله يدين بالفضل في ذلك أيضاً إلى بعض الأفكار المماثلة التي اقترحها الرياضي الإيطالي أر. جي. بوسكوفيتش في القرن الثامن عشر.

وقد استنتج فارادي حتمية وجود نوع من القوى حتى ضمن فضاء فارغ. وتحدث بادئ الأمر عن «منحنيات مغنطيسية» ثم عن «خطوط القوة» وفي نهاية المطاف عن «حقل» مغنطيسي. وكان بالإمكان توضيح خطوط القوة بشكل أنيق بوساطة التجربة الشهيرة التي تقوم على ذر برادة الحديد على ورقة موضوعة فوق مغنطيس، وقد جعل التعرّف على مثل هذه الخطوط نظريته حول الحالة الطنينية الكهربائية لا ضرورة لها. فتخلى عن تلك النظرية على مضض ليهتم بالنواقل الصلبة. كما اقترح فارادي أن خطوط القوة الناجمة عن مغنطيسية الأرض قد تكون المسؤولة عن ظواهر مثل الشفق الشمالي (والتي تعرف أيضاً باسم الأضواء القطبية الشمالية) التي تُرى في السماء قرب القطب الشمالي ويرجح أن تكون ناتجة عن جزيئات مشحونة بالكهرباء.



تنثر برادة الحديد على ورقة توضع فوق مغنطيس. وعندما تنقر الورقة بلطف تتراصف البراة وفق «خطوط القوة» المفترضة.

واكتُشفت في أواخر الستينات من القرن العشرين وثيقة في مكتبة مؤسسة المهندسين الكهربائيين. وكانت تلك الوثيقة عبارة عن مذكرة خاصة من إعداد فارادي، توضح أفكاره حول الذرات والحقول. وتضمنت المذكرة، على نقيض مقالاته المنشورة، عدة إشارات يتساءل في إحداها ما إذا كان الله قد وضع قدرة حول مراكز نقطية كما فعل فيما يخص نوى المواد. وقد قاده إيمانه بالله القادر على كل شيء إلى فكرة المراكز النقطية ومن ثم إلى الحقول المحيطة بها. وأشار البروفسور تريفور لوفير من تورنتو، الذي اكتشف هذه الوثيقة، إلى أن هذه الأفكار الجديدة «تتلاءم وصورة العالم التي تفرضها ديانته». وهكذا وكما عبر أحد الكتاب «كان فارادي يخوض في الحقول العجائبية بالمعنى الحرفي للكلمة».

ثم تحول فارادي عن دراسة كهربية التيار والمغنطيسية إلى الكهرباء الساكنة بغية التعمق في مسألة نقل القوة الكهربائية، حيث أنه بالإمكان تخزين شحنات الكهرباء الساكنة داخل أنواع مختلفة من المكثفات. ويمكن للمكثفات أن تكون وعاء ليدن زجاجي أو كرة مجوفة من النحاس الأصفر موضوعة داخل أخرى أكبر منها بقليل. إلا أن المكثفة التي صُممت طبقاً للمواصفات التي حددها فارادي في عام 1835، فاقت جميع تلك المكثفات إبداعاً. إذ كانت عبارة عن مكعب ذو هيكل خشبي طول ضلعه 12 قدم مغطى بشبكة سلكية. وعلم فارادي أن الشحنة المحرضة في وعاء أجوف إنما توجد على السطح

الخارجي، إلا أنه كان يحتاج لإثبات وجودها هناك فقط وليس في الداخل. لذا صنع قفصاً كبيراً بما فيه الكفاية ليتسع له ولأجهزته. وكما سبق أن توقع لم يجد أي شحنة داخله ولم يتعرض لأي أذى، حتى عندما كان الصندوق يجيش بكميات هائلة من الكهرباء الساكنة. وقد أُطلق عليه قفص فارادي وأضحى في نهاية المطاف جزءاً من المحاضرات والبيانات العملية الأكثر إثارة التي قدمها فارادي على مدرج المحاضرات.

واختار فارادي، على نطاق أضيق، في عام 1837 إحدى المكثفات الكروية وبيّن أنه قد حصل، بإدخال عازل بين الصفيحتين، على كميات مختلفة من الشحنة وفقاً للمادة المكوِّنة للعازل. وبدا أن المسألة تتركز حول المدة التي تستغرقها الكهرباء لاختراق العازل عندما تجرى محاولات شحن الصفيحتين. وأطلق على قياس استعداد العازل للسماح بمرور شحنة كهربائية اسم «السعة التحريضية النوعية» وتُعرف حالياً بثابت العازل. وتقاس السعة في أيامنا هذه بالفاراد تكريماً لمكتشفها. ولم يحظ أي عالم آخر على شرف إطلاق اسمه على وحدتي قياس. وقد فسر فارادي الأثر من خلال جزيئات متجاورة تتزاحم فيما بينها داخل العازل فيتلقى كل واحد شحنته من الجزيء المجاور له.

ثم أخذت صحة فارادي بالتدهور فيما بين عامي 1838 و1840. إذ عانى بادئ الأمر من مزيج من الروماتزم

والإرهاق، ولكن سرعان ما انتابته نوبات دوار مصحوبة بفقدان للذاكرة قصيرة الأجل وهو الأمر الذي كان تحمُله الأشق على فارادي. وأُرغم فارادي في نهاية عام 1839 على أخذ إجازة، كما قام في عام 1841 برحلة في أرجاء سويسرة استغرقت ثمانية أشهر. ثم أُرغم، في السنوات الثلاث أو الأربع التي تلت، على التخلي عن جميع أبحاثه تقريباً. واكتفى بإلقاء بضعة محاضرات وخطابات خلال تلك المدة، كما أصبح أعلى رتبة في الكنيسة الساندمانية، إلا أنه أمضى معظم وقته مسترخياً في المسرح أو حديقة الحيوانات أو في الدار. وقد يبدو هذا التراخي الإلزامي جذاباً بالنسبة للبعض، إلا أنه كان مغيظاً لفارادي الذي كان يعد العمل بهجة إلى جانب كونه واجباً.

وفي عام 1844 استدعاه وزير الداخلية إلى الخدمة كشاهد خبير في قضية انفجار منجم أودى بحياة 95 رجلاً وصبياً في هاسويل كوليري بمقاطعة دورهام. وطُلب إلى فارادي وإلى الجيولوجي تشارلز ليل حضور الاستجواب وتقديم الرأي كخبراء. وبدا لفارادي وليل أن سبب الانفجار هو اشتعال تجمع غاز الميثان الذي تسرب من مصباح ديفي معطوب وتراكم في جوف (قبة تحت الأرض). وجاء قرار المحكمة بأن الوفاة غير مقصودة ولم يحمل مالكي المنجم أي مسؤولية.

ودفع فشل فارادي في إدانة استغلال مالكي المنجم

الأثرياء لعمال المناجم، إلى جانب كرهه العميق للسياسات الثورية، ببعض الأشخاص إلى الاعتقاد بأنه كان محافظاً بفضل الوضع الراهن ويعارض توجيه النقد إلى المؤسسات القائمة. إلا أن ذلك الاعتقاد يتجاهل الجذور الساندمانية لمعتقدات فارادي التي تنأى بنفسها عن كل الأنظمة السياسية، والتي لم تتوانى عن انتقاد الكنيسة الإنكليزية الوجه الأكثر بروزاً في مؤسسات المجتمع. وهو الأمر الذي لا يقوم به محافظ حقيقي. لقد كان لفارادي نزعة محافظة في بعض النواحي إلا أنه كان راديكالياً تاماً في جوانب أخرى وعلى الأخص في ما يتعلق بالكنيسة والدولة.

من ناحية أخرى «طُرد» فارادي و18 ساندمانياً آخرين من كنيسة لندن في عام 1844 لأسباب غير جلية البتة. والتفسير المتعارف عليه فيما يخص حالة فارادي هو خرقه لنظام الكنيسة بقبوله دعوة على العشاء بصحبة الملكة فكتوريا يوم الأحد في حين كان يتوجب وجوده في الكنيسة. إلا أنه لا يوجد أي إثبات يدعم هذا الرأي، وفي جميع الأحوال فإن هذا لا يفسر على الإطلاق سبب طرد الأعضاء الآخرين. والأرجح أن السبب يعود إلى خلاف شديد داخل الكنيسة في ذلك الوقت حول أحقية أصحاب المراتب العليا فيها باتخاذ القرارات نيابة عن الكنيسة جمعاء. وحيث أن فارادي لم يكن مهتماً بمسألة حيازة السلطة داخل الكنيسة، فمن المرجح أنه اختلف مع أنداده من شيوخ الكنيسة حول هذه المسألة. ولحسن

الحظ سُوِّيت المسألة سريعاً وضُم فارادي ومعظم الآخرين إلى الكنيسة مجدداً بعد ستة أسابيع. إلا أن تعليق العضوية أثّر كثيراً على معنويات فارادي، وكان له بكل تأكيد دور في نوبة المرض الأخرى التي أصابته في عام 1844.

ومن محاسن القدر أن تماثل فارادي للشفاء في عام 1845، وصار قادراً على التقدم نحو ما يمكن اعتباره أبرز إنجاز علمي له. إذ عكف بعد عقد تقريباً من اكتشافه في عام 1836 للقوانين الأساسية الخاصة بالمواد غير الناقلة للكهرباء (العوازل)، على دراسة المواد التي بدت غير قابلة للمغنطة (وتشتمل على جميع المواد تقريباً باستثناء الحديد ومعدن أو اثنين آخرين). وقد شجعه على الخوض في هذا الاتجاه مراسلاته مع فيزيائي اسكتلندي شاب يدعى ويليام تومسون (والذي عُرف فيما بعد باسم اللورد كالفان، واشتهر بوضعه في وقت لاحق مقياس درجة الحرارة المطلقة). إذ كان قد حاول دراسة آثار حقل كهربائي قوي على ضوء ذو استقطاب مستوي (أي الضوء الذي تنحصر اهتزازاته في مستوى واحد) في مسعى منه للبحث عن وجود رابط بين الضوء والكهرباء. فعندما يمر مثل ذاك الضوء داخل بعض البلورات يخضع مستوي الاستقطاب إلى دوران بزاوية معينة وهو ما يسهل كشفه. إلا أن فارادي لم يتمكن من الحصول على أثر مماثل باستخدام أفضل حقل كهربائي متوافر. لذا تحول إلى المغنطيسية مستخدماً أقوى مغنطيس كان بمقدوره الحصول عليه.

واستخدم فارادي بعض الزجاج البصري النقي من تجاربه القديمة جداً، والذي يتميز بكسره للضوء بشدة. فقام بتعليق قطعة منه داخل الحقل المغنطيسي ثم مرر حزمة من الضوء المستقطب عبر الزجاج. لكنه لم يحصل إلا على أثر طفيف بسبب الصغر النسبي للمغانط التي كانت بحوزته. ثم بدأ في 18 أيلول باستخدام مغنطيس شديد القوة استعاره من الأكاديمية العسكرية الملكية في ولويتش. وحصل بالفعل على أثر أثبت صحة اعتقاده بوجود رابط بين المغنطيسية والكهرباء وقد سر فارادي بذاك الانتصار أشد السرور. ودوّن، بعد أن عمل بهوس شديد على الكثير من المواد المختلفة في ذاك المساء، تصريحاً معبراً «لقد كانت نتيجة طيبة ليوم رائع».

ويطلق اليوم على ظاهرة دوران مستوي الاستقطاب داخل حقل مغنطيسي اسم «أثر فارادي». وقد أسس هذا الأثر لعلم جديد هو البصريات المغنطيسية. وقد دوّن فارادي أفكاراً عن تلك النتائج في رسالة إلى صديقه ريتشارد فيليبس في نيسان 1846. والتي نشرت فيما بعد في فيلوزوفيكال ماغازين مقالة تحت عنوان «أفكار حول اهتزازات الأشعة». وقد اعتبر جون تيندال تلك المقالة «واحدة من التخمينات الأكثر تميزاً التي صدرت عن رجل عالم». لقد اقترب فارادي كثيراً من الإعلان الصريح عن أن الضوء هو شكل من الإشعاع الكهرومغنطيسي، مما يوحِّد البصريات مع المغنطيسية والكهرباء. وكانت تلك الفكرة مصدر إلهام لجيمس كليرك ماكسويل، فناقشها في

مقالة رئيسية نشرت في عام 1864 تحت عنوان «النظرية الدينامية للحقل الكهرومغنطيسي».

وأعلن فارادي عن النتائج التي توصل إليها أمام المؤسسة الملكية في الثالث من تشرين الثاني 1845 وأرسلها إلى الجمعية الملكية في السادس من ذاك الشهر. إلا أن وقوع حدث بالغ الأهمية، دفعه إلى التخلي حتى عن متعة التواجد في الجمعية الملكية فتمت قراءة مقالته بالنيابة عنه. كما مُنع الزوار من دخول المختبر، وكتب فارادي يقول: «إنني لا أجد وقتاً حتى لتناول الطعام». لقد اكتشف فارادي في الواقع في الرابع من تشرين الثاني ظاهرة أخرى بالغة الأهمية للعلم. حيث وجد، باستخدام مغنطيس ولويتش، أن المواد التي كانت لا مغنطيسية تتحرك رغم ذلك بتأثير الحقل المغنطيسي. إذ قام بتعليق قضيب صغير من زجاج البوروسيليكات بين قطبي مغنطيسه الكهربائي المذهل، فلاحظ لدى وصل التيار دوران قضيب الزجاج بسبب المغنطيس، ليتخذ وضعيةً عموديةً على الحقل المغنطيسي. أو بتعبير آخر اتخاذه لمحور شرق، غرب، في حين أن الحديد وبعض المعادن الأخرى القليلة تشير إلى اتجاه شمال، جنوب. فاستنتج أنها تبحث عن أضعف نقاط الحقل المغنطيسي. وأطلق على المواد التي لها هذا السلوك اسم المواد الديامغنطيسية (المغنطيسية المغايرة) لأنها تستقر بشكل عمودي على الحقل المغنطيسي (البادئة ديا تعني من جانب إلى آخر). وذلك على النقيض من المواد البارامغنطيسية كالحديد

والكوبالت والنيكل التي تستقر موازية للحقل المغنطيسي. كما اختبر عدداً كبيراً من المواد الديامغنطيسية، بما فيها المعادن، فكان البزموث (عنصر فلزي أبيض) هو الأشد ديامغنطيسية بينها.

وقد تسبب اكتشاف الديامغنطيسية لفارادي بإثارة وإجهاد عصبي أجبراه على قضاء إجازة في برايتون بعد الحدث مباشرة. إلا أنه لم يستطع حتى وهو في إجازته الإلزامية منع نفسه عن إفشاء نتائجه بصورة شخصية إلى صديق له هو الفيزيائي السويسري أوغست دولاريف. وفتحت تلك النتائج مرة أخرى الباب أمام علم جديد يصل بين المغنطيسية والكيمياء. وقد لعب هذا العلم الذي أُطلق عليه الكيمياء المغنطيسية دوراً حيوياً في تحديد البنى الكيماوية. ولم يتوقف الأمر عند هذا الحد. فقد استأنف فارادي بعد عودته إلى لندن دراساته في مجال مغنطيسية المواد بشكل كبير مستنداً إلى أن كل المواد التي ليست بارامغنطيسية ينبغي أن تظهر سلوكاً ديامغنطيسياً. ومما لا شك فيه أن قناعة فارادي بوحدة القوى المختلفة كانت نابعة من إيمانه بخالق أعطى الكون وحدة وانسجاماً. ومن ثَمّ فإن ما ينطبق على الأجسام الصلبة ينبغي أن يصلح أيضاً للسوائل والغازات. وجاءت أولى النتائج مخيبة للآمال، إلا أن الاكتشاف الذي قام به العالم الإيطالي مايكل بانكالاري في عام 1847 حول الديامغنطيسية في اللهب (وهو عبارة عن غازات مشتعلة) قد شجع على ما يبدو فارادي على المضي قدماً. وأعاد

فارادي حتى عام 1851 استخلاص الكثير من النتائج التي توصل إليها بانكالاري. ولم يكتف بإثبات أن الكثير من الغازات الشائعة هي ديامغنطيسية، بل وجد أيضاً خلال تجارب أجراها بين عامي 1849 و 1850 أن الأكسجين هو شديد البارامغنطيسية. وقد استخدم هذه النتيجة المدهشة في صياغة نظرية حول مغنطيسية الأرض تقوم على حقيقة بارامغنطيسية الأكسجين. مما أكد مرة أخرى على الترابط الكبير الذي يتميز به مجمل ما سبره العلم من الكون.



مايكل وسارة فارادي بصحبة جان بارنارد شقيق سارة قرابة عام 1858، ويبدو على يسار الصورة زميل فارادي في المؤسسة الملكية جون تيندال.

الفصل

10

نهاية المطاف

على الرغم من الاكتشافات المذهلة المتعلقة بالديامغنطيسية والطبيعة الكهرومغنطيسية للضوء وبارامغنطيسية الأكسجين لم يتعافى فارادي تماماً من سقمه السابق. وكما سبق ذكره فإن أكثر أعراض مرضه إزعاجاً كان ميله إلى نسيان الأحداث حديثة العهد. وكان هذا الأمر يشكل عائقاً مهماً أمام البحث العلمي، الذي يتطلب في معظم الحالات أخذ ما قام به الآخرون في الماضي القريب في الحسبان. وقد كتب في مرحلة معينة يقول: «لقد أرغمني ضعف الذاكرة على التخلي عن الكثير من محاور البحث التي كان من الممكن أن أحقق نجاحاً فيها، وتحولتُ إلى المواضيع التي لم يتابعها أحد، دوران الضوء والديامغنطيسية».

وقد أشار بعد ذلك في رسائله مرات كثيرة إلى فقد الذاكرة، رغم أنه نادراً ما تذمر منه. إذ جعل من الأمر موضع دعابة في رسالة إلى دولاريف عام 1861: «إذا ما خذلتني ذاكرتي وهو سبب نسياني للمتاعب والملذات على حد سواء، فإنني في نهاية المطاف سعيد ومسرور».

وكتب عندما كان في زيارة إلى غلاسكو، بعد سنتين من ذلك، إلى سارة يعبر عن حبه وعن «أشياء كثيرة لا يسعني ذكرها» وأضاف:

أتوق إلى رؤيتك يا عزيزتي وإلى التحدث معك عن أمور مختلفة وأن استعيد في ذاكرتي كل الحنان الذي تلقيته. إن رأسي عامر وقلبي أيضاً إلا أن ذاكرتي تخذلني سريعاً حتى فيما يخص رفاقي المتواجدين في الغرفة معي. سوف يتوجب عليك استئناف مهمتك القديمة أن تكوني وسادة فكري والزوجة التي تصنع سعادتي.

ولم تثن هذه الصعاب فارادي عن اهتماماته أو إنجازاته العلمية خلال العقدين الذين تبعا عام 1845، بل على العكس تماماً. فعلى الرغم من أن ملكات فارادي الذهنية بدأت بالضعف في مرحلة مبكرة تدعو للقلق (إذ ظهرت أولى الأعراض عليه عام 1839 وهو في الثامنة والأربعين من العمر)، إلا أنه استمر في العمل ما استطاع إلى ذلك سبيلاً، سواء بإجراء أبحاثه الخاصة أو بإسداء النصح للآخرين أو بالدفاع عن قضية العلم مشافهة وطباعة. وازداد حجم عمله لصالح ترينتي هاوس خلال تلك السنوات. ويتطلب مثل هذا النوع من العمل

الاستشاري مهارات علمية فائقة ومثابرة وتقدير عميق وواسع الطيف لما سبق أن قدمه العلم وما يمكن للعلم أن يقدمه، من دون حاجة إلى استحضار تفاصيل كل تطور حديث العهد. كما أجرى في عام 1852 دراسة لصالح إلكتريك تلغراف كومباني (شركة البرق والكهرباء) عن آثار الغمر على عزل الكبال الكهربائية. وقام إضافة إلى ذلك بدراسة طرائق حفظ الأضلاع الخشبية للسفن وتطهير السجون. وحافظ فارادي على مراسلات كثيرة مع الكثير من العلماء كانت في أغلب الأحيان ردوداً على تساؤلات محددة حول تطبيقات علمية. إذ كتب على سبيل المثال إلى المهندس البريطاني السير مارك إيزامبارد برونل حول نفق التايمز الذي يعمل عليه، وعن محاولاته لاستخدام الغاز المكثف وقوداً للقاطرة. كما تبادل الرسائل مع علماء فلك مثل السير جون هيرشل، ومع جيولوجيين مثل جان لوي آغاسي، وعلماء وظائف أعضاء مثل إميل دو بوا ريمون، وعدد كبير من الكيميائيين والفيزيائيين.

وتابع فارادي أيضاً دراساته حول آثار التلوث على الأعمال الفنية. ولم تقتصر هذه الدراسة على مكتبة نادي أثينايوم، بل في كل مكان تأثر بضباب لندن، والذي كان يطلق عليه اسم «حساء البازلاء» بسبب اللون الأصفر الخفيف، الناجم عن احتراق الفحم. وقد أثّر هذا التلوث على اللوحات الزيتية في صالة العرض الوطنية (ناشونال غاليري)، إلا أن فارادي برهن على أن الكحول الإثيلي يزيل تلك الطبقات القذرة التي غطت الرسومات في بعض

الأحيان. أما في المتحف البريطاني فقد أخذت الآثار القديمة التي لا تقدر بثمن تصبح قاتمة بدرجة كبيرة بسبب سخام لندن. وبيّن فارادي أن الكثير من التماثيل والتحف قد اخترقتها إلى العمق أخاديد دقيقة ناتجة على الأغلب عن أثر حمض الكبريت في الجو المحيط. ولسوء الحظ فقد كانت إزالة تلك الأوساخ من تلك الأخاديد الشعرية مهمة مستحيلة آنذاك.

ولم يقتصر اهتمام فارادي بالبيئة على الهواء في المباني المهمة. إذ كتب في تموز 1855 رسالة إلى صحيفة التايمز يشكو فيها من التلوث الكريه لنهر التايمز، والذي كان أنذاك مصدر ماء الشرب للقسم الأكبر من مدينة لندن. وقد وصف الرحلة على متن قارب بخاري بين لندن وجسور هانغرفورد:

> كان النهر بأكمله سائل بني اللون شاحب وغير شفاف. وقد مزقتُ بغية اختبار درجة عدم الشفافية بعض البطاقات البيضاء إلى قطع، ورطبتها لكي تغرق تحت سطح الماء بصورة أيسر وألقيت ببعض القطع في الماء عند كل دعامة مر بها القارب، وكانت النتيجة أنها أضحت غير قابلة للتمييز ولما تبلغ إنشاً واحداً تحت السطح، على الرغم من أن الشمس كانت تشع بضياء وقتها، وعندما كانت القطع تسقط مجانبة كانت تنحجب الرؤية عن الجزء الأدنى قبل أن يغوص الجزء الأعلى في الماء ......

أما قرب الجسور فكانت الرواسب تتراكم على شكل سحب شديدة الكثافة بحيث يمكن رؤيتها عند السطح

حتى مع هذا النوع من الماء. كما كانت الرائحة كريهة جداً، وينسحب ذلك على النهر بمجمله، وهي تشبه الرائحة التي تنبعث الآن من فتحات الأخاديد في الشارع. لقد كان النهر أشبه بمجرور حقيقي.

كان توقيت المقالة ملائماً جداً، إذ أنها نشرت في العام الذي تلا تفشي وباء الكوليرا، أحد أشد الأوبئة التي تنجم عن الماء، بصورة واسعة في لندن. لقد كانت



كتب فارادي في تموز 1855 إثر جولة في نهر التايمز إلى صحيفة التايمز يكشف فيها النقاب عن التلوث المرعب للنهر. فعندما ألقى بطاقة زيارة في الماء مجانبة، لم يعد الجزء السفلي منها مرئياً، ولم يدخل الجزء العلوي الماء بعد. وقد علقت صحيفة بانش الشعبية على الأمر برسم كاريكاتوري.
«فارادي يقدم بطاقة زيارته للأب تايمز، على أمل أن يقوم الند الوسخ باستشارة الأستاذ المثقف».

المقالة في طليعة المحاولات لتسليط الضوء على الخطر الهائل الذي يشكله تلوث الماء، إلا أن سنين كثيرة مرت قبل أن يتمكن العلم من تحديد المخاطر الحقيقية بصورة دقيقة وإيجاد طرائق للوقاية منها.

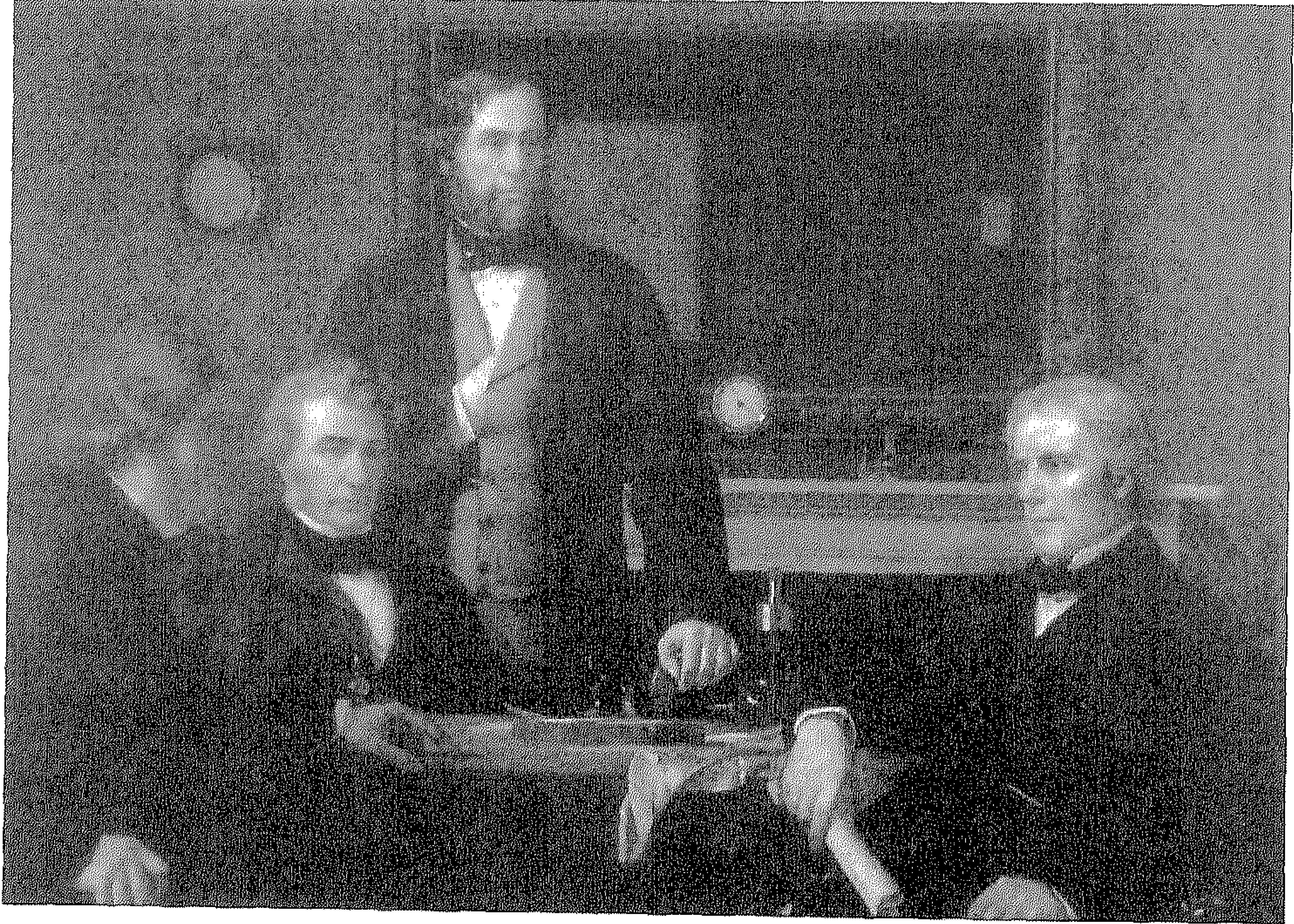
كانت شهرة فارادي بحلول ذاك الوقت قد تجاوزت المؤسسة الملكية والأسرة العلمية اللندنية بل وشواطئ بريطانية العظمى. إذ جرى انتخابه لعضوية ما يربو على 70 جمعية علمية ممتدة من بوسطن إلى موسكو، ومن أبسالا إلى ماوريتيوس. علماً بأنه قد اعتذر عن الكثير من العروض مفضلاً العيش ببساطة ثابتاً على عدم اكتراثه بالثروة الدنيوية. كما رفض أواخر الخمسينات من القرن التاسع عشر التصديق على نشر محاضراته عن المعادن لقاء عرض مغر، حيث كتب «أنا لا أرغب بتكريس الوقت لهذا الأمر، أما مسألة المال فهي لا تغريني البتة. فلطالما أحببت العلم أكثر من المال، وحيث أن طابع عملي شخصي بصورة شبه تامة، فإنني لا أستطيع أن أغدو غنياً».

وأكثر ما يثير الدهشة، مقاومته لضغوط كبيرة بذلها أنداده لحمله على قبول رئاسة الجمعية الملكية في عام 1857، وهي أرقى الهيئات العلمية في العالم. وقد أخبر صديقه جون تيندال «لو أنني قبلت بالشرف الذي رغبت الجمعية الملكية أن تمنحني إياه، لما كان بمقدوري أن أتحمل سلامة فكري لسنة واحدة»، وقد عنى بذلك أنه قد يجد المهام كثيرة بالنسبة إليه. ولم يكن فارادي يعير

اهتماماً لمظاهر التكريم الدنيوية فقد سبق له أن رفض لقب فارس قبل ذلك بسنوات. وكان ذلك تعبيراً عن القيم الروحية الساندمانية الصرفة، وقد أسر إلى تيندال «ينبغي أن أبقى مايكل فارادي كلياً حتى النهاية».

وعلى الرغم من أن فارادي لم ينشد أي حظوة أو هبة من الملكة فيكتوريا، وأنه نادراً ما شارك في الحفلات الرسمية الملكية إلا مرغماً، لكنه كان يحظى بتقدير كبير لدى الأمير ألبرت الذي حضر عدداً من محاضرات فارادي. وجاء وضع الملكة فيكتوريا أحد منازلها بالقرب من قصر هامبتون على ضفاف التايمز غرب لندن تحت تصرف فارادي في عام 1858 من دون مقابل، بناءً على

حاول كبار الجمعية الملكية اللورد روتسلي وجي بي غاسبوت وديليو أرغروف عبثاً إقناع مايكل فارادي (إلى يمين الصورة) القبول برئاستها في عام 1858.



طلب من الأمير ألبرت. ورغم أن المنزل كان يعد صغيراً طبقاً للمعايير الملكية، لكنه كان أبهى من كل المنازل التي سبق لفارادي شغلها، وكان بالتأكيد أفضل من جميع المنازل التي قطنتها أسرته في مالرستانغ. وقد تردد فارادي في قبول العرض السخي نظراً لتكاليف التجديد المحتملة، إلا أن الملكة لدى علمها بذلك أمرت بأن تُجرى جميع الإصلاحات الضرورية على نفقتها. وعندما اشتد المرض بفارادي أمرت الملكة بإعادة ترتيب المنزل بحيث يصبح كل ما يلزم من وسائل العيش في طابق واحد هو الطابق الأول. وقد استمر مايكل وسارة فارادي أول الأمر في العيش في شقتهم الموجودة في المؤسسة الملكية، إلى أن أضحى المنزل في قصر هامبتون سكنهم الوحيد اعتباراً من عام 1862.

واصل فارادي أبحاثه الخاصة كلما سمحت له الذاكرة والوقت. وأضحى هدفه عند تلك المرحلة اختبار نظرياته بصورة شاملة وصارمة ما أمكن. وبدا أن مهاراته اليدوية هي كسابق عهدها وكذلك موهبته الاستثنائية في ابتكار تجارب تسمح باستخراج البراهين على صحة نظرية معينة من عدمها. وقد حافظت استنتاجات فارادي التي توصل إليها في الثلاثينات والأربعينات من القرن العشرين فيما يخص مسائل الكهرباء والمغنطيسية على ثباتها، رغم المحاولات المتكررة التي قام بها فارادي لتقويضها.

كما حاول توسيع اكتشافاته في عالم الفيزياء بضم الجاذبية إلى نظامه الموحد الكبير. وقد رغب بصورة خاصة



قدمت الملكة فكتوريا بناء على طلب من الأمير ألبرت إلى أسرة فارادي منزلهم الأخير في قصر هامبتون من دون مقابل. وقد أمضوا فيه خمس سنوات اعتباراً من عام 1862 وحتى وفاة فارادي.

في إيجاد طريقة يربط من خلالها الجاذبية بالكهرباء. واستخدم من أجل ذلك برج الرماية الشهير على الضفة الجنوبية لنهر التايمز. ويبلغ ارتفاع ذلك البرج 165 قدم وكان يستخدم لإلقاء الرصاص المصهور، الذي كان يبرد قبل بلوغه قعر النهر وينفصل إلى كرات صلبة صغيرة تكوّن قذائف صاروخية. وقد استخدم فارادي البرج لإلقاء كتلة معزولة كبيرة من الرصاص، كان بالإمكان قياس شحنتها الكهربائية إن وجدت، قبل وبعد سقوطها. ووجد فارادي بعد جهود متكررة أن التجربة لم توفر تغيرات ملموسة واستنتج أنه في هذا الإطار لا يوجد رابط تجريبي بين الكهرباء والجاذبية. وكما نعلم الآن فإن قوى الجاذبية مختلفة تماماً عن تلك المصادفة في الضوء والكهرباء والمغنطيسية أي أن استنتاجات فارادي كانت صحيحة.

وقدم نتائج اختباره الأخير إلى فيلوزفيكال ترانز أكشنز في عام 1860، لكنه تلقى نصحاً بسحب مقالته من الفيزيائي جورج ستوكز من كامبردج والذي كان أيضاً أمين سر الجمعية الملكية. وكان دافع ستوكز إلى ذلك، حسب قوله، أن فارادي قدم نتيجة سلبية فحسب وهو أمر غير جدير بمثل هذه المجلة الرفيعة المقام، إلا إذا كانت تعارض اعتقاداً معتمداً على نطاق واسع. ولم يشاطر ستوكز فارادي رؤيته لفيزياء موحدة، لذا كانت النتيجة في نظره عديمة الأهمية. وعلى الرغم من أن ستوكز شاطر فارادي كثيراً من الديانة الإنجيلية، إلا أنه لم يستنبط منها ذات الاستنتاجات عن الطبيعة التي توصل إليها فارادي. وكانت تلك المقالة الأخيرة التي قدمها فارادي للنشر. ويدل الرفض الذي لاقته على مدى تنحية فارادي عن الفيزياء التقليدية في ذاك الوقت.

واستمر فارادي بالرغم من ذلك في تكريس بعض الوقت والطاقة لمزيد من العمل. إذ سعى في عام 1862 إلى اكتشاف ما إذا كان بإمكان حقل كهرومغنطيسي التأثير على خطوط الطيف الصادر عن الصوديوم ومعادن أخرى التي تُسخّن باللهب. ولدى وضع أقطاب مغنطيس كهربائي قوي حول اللهب والسماح لتيار كهربائي بالتدفق، لم يتمكن فارادي من الكشف عن أي تغير لا في موضع خطوط الطيف ولا حجمها. ولو أنه تمكن من تحقيق ذلك لكان رابطاً جيداً بين المغنطيسية والضوء. وقد تمكن الفيزيائي الهولندي بيتر زيمان بعد 35 عاماً، مدفوعاً

بنتيجة فارادي السلبية، من تحقيق نجاح أفضل باستخدام مغنطيس أقوى وجهاز تحليل طيف أفضل. إذ وجد أن عرض خطوط الطيف يزداد قليلاً عند تطبيق حقل مغنطيسي، وقاد ذلك إلى قياس كتلة الإلكترون وتوسيع نظرية الكمية. ولو توافرت لفارادي في عام 1862 تجهيزات أفضل لكان هو من اكتشف أثر زيمان.

وكان جليّاً مع حلول الستينات من القرن التاسع عشر وجوب إحالة فارادي، وقد بلغ السبعين من العمر، إلى التقاعد مع كل الخسائر التي ستنجم عن ذلك الأمر. وكان أول ما فقده خطب عيد الميلاد التي كان آخرها في عام 1861. كما ألقى آخر محاضرات الجمعة المسائية حول أفران الغاز التي صنعها المهندس الألماني شارلز ويليام سيمنز، في العشرين من حزيران عام 1862، بعد أسابيع قليلة من آخر قيد أجراه على دفتر المختبر. واستقال بعد سنتين من منصبه كزعيم للكنيسة الساندمانية، ثم تنحى في السنة التالية عام 1865 عن منصب مدير مجلس المؤسسة الملكية، وقطع صلته المديدة مع ترينتي هاوس. وأمضى السنتين الأخيرتين من عمره حبيس المقعد في منزله، وقد تأثر كل من قدم لزيارته بمدى حسن تقبله لانسحابه من عالم العلم الذي خدمه مدة طويلة جداً.

كان قد مضى آنذاك على عمل مايكل فارادي في مختبره قرابة نصف قرن، قام خلالها بسبر مئات السبل في العلوم النامية من كهرباء ومغنطيسية؛ لقد كان رائداً

وحيداً في أرض مجهولة. وهو وإن فاتته النجاحات في أغلب الأحيان، إلا أن النتائج أتت بوفرة وسرعة من حين لآخر، وفرضت عليه بعيد إنجازها أخذ فترات من الراحة الإلزامية. لقد انبثقت عن أعماله علوم جديدة مثل الكهرومغنطيسية والبصريات المغنطيسية والديامغنطيسية، في حين شهد مجال الكيمياء الكهربائية تحقيق خطوات واسعة تحت إشرافه. فبفضل اكتشافاته ظهر الدينامو والمحرك الكهربائي. وأرست اكتشافاته المذهلة قواعد علم لم يسبق له بلوغ هذه الدرجة من التوحد، مما فتح الطريق أمام خلفاء فارادي لتحقيق مزيد من التعمق في الفهم والمعرفة.

وبرز فارادي من ناحية أخرى كأحد أفضل ناقلي العلم في بريطانية، إذ أسهمت كتاباته ومحاضراته في المؤسسة الملكية في إغناء شعبية العلم. حيث كان يقدم عند نهاية كل عام ومطلع العام الجديد، في قاعة المحاضرات الشهيرة، تجارب علمية مدهشة مصحوبة بتعليقات كانت تسحر الحضور. وحول فارادي اهتمامه بعد كل ذلك إلى ما اعتبره واجباً اجتماعياً، وهو تطبيق العلم على المسائل العملية التي تهم مواطنيه من خلال تقديم النصح حول إنتاج المعادن والزجاج والكثير من المواد الأخرى، وحول حالة منارات بريطانية وتشغيلها. لكن المنية وافته قبل أن يتمكن من إنهاء تلك النشاطات.

وقد كتب عام 1861 رسالة قصيرة إلى دولاريف

يكشف فيها عن القوة الداخلية التي كان يستمدها من إيمانه الديني مع بدء العالم، الذي عرفه طوال مدة طويلة، بالتداعي من حوله:

> إن مثل هذه السكينة هي هدية من الله، وحيث أنه هو من يقدمها لنا فلم الخوف؟ وهديته العظيمة هي أساس الأمل المحتوم.

وقام تشارلز داروين في ذلك العام بنشر كتابه أصل الجنس البشري والذي اعتبر على الأرجح تقويضاً لمثل ذاك الإيمان الراسخ. واللافت للنظر أن فارادي لم يتحدث مطلقاً عن التطور بما يمكن أن يطرح مسائل غير قابلة للحل. وعلى الرغم من أن حالته الجسدية كانت تتدهور، لكنه كان قادراً على التفكير بصفاء في معظم الوقت والتعبير عن نفسه بفصاحة عندما تقتضي الحاجة ذلك. إن امتناع فارادي عن التعليق على عمل داروين دلالة هامة على عدّه التطور «مجرد نظرية». لكن الأرجح أن إيمانه كان قوياً إلى درجة لم يكن بمقدور أي شيء أن يهزه حتى ولو كان نابعاً من العلوم.

شهد أصدقاؤه وعائلته والمشرفون الطبيون على سكينته مع اقتراب النهاية. وتحدث خلال الأوقات التي كان فكره صافياً.

وتوفي فارادي في الخامس والعشرين من آب عام 1867 بينما كان جالساً بهدوء على كرسيه. وجرى دفنه بعد أربعة أيام في مقبرة هايفيت، شمال لندن، بحضور

أفراد العائلة المقربين وبعض الأصدقاء الشخصيين فقط. ولم تجر له مراسم أو موكب رسمي بناءً على وصية منه. (وقد أقيم له قداس رسمي عام 1991 في كنيسة وستمينستر احتفالاً بالذكرى المئوية الثانية لولادته، ولاشك في أن ذلك لم يكن ليرضيه). ووري جثمانه كما هي العادة في المذهب الساندماني، في أرض لم تكن مكرسة للطقوس الكنسية ومن دون مراسم دينية. وبصمت تام. ويوجد فوق القبر حجر بسيط كتب عليه:

مايكل فارادي

ولد في 22 أيلول 1791

توفي في 25 آب 1867

وهكذا رحل «أعظم فيلسوف تجريبي عرفه العالم» (والقول لتيندال)، رجل غيّر وجه العلم الحديث ومن ثمّ وجه المجتمع ذاته. وقد وصفه ماكسويل بأنه «مؤسس علم الكهرومغنطيسية الواسع»، في حين وصفه اللورد كالفان بأنه «الشخص الذي ألهمني الحب المبكر للكهرباء».

وكُتبت عن فارادي سِيَر أكثر مما حظي به نيوتن وإينشتاين. ومما لا شك فيه أن علم فارادي يدين بالفضل الكبير إلى إيمانه، بصرف النظر عن العوامل الأخرى التي يمكن أن تكون قد أسهمت في إنجازاته الضخمة. ويُقر تيندال الذي لم يكن متديناً بأنه «لايمكن وضع إحساسه الديني وفلسفته جانباً». وقد سبق أن بيّنا

كثيراً من الأمثلة على ذلك، كاعتقاده بوحدة العالم الطبيعي، وتفضيله للمراكز النقطية للقوة عوضاً عن ذرات دالتون، وتبجيله للطبيعة المستوحى من الإيمان، وسعادته المطلقة وإصراره على فهم ما صنع الخالق. وعندما قال في عام 1844 كلمته الشهيرة «لا توجد فلسفة في ديني»، فهو لم يقصد بذلك عدم وجود صلة البتة بين الحقيقة العلمية والحقيقة الدينية. بل عنى أن المعرفة العلمية (التي أسماها «فلسفة») لا يمكنها أن تلقي الضوء على الدين. ولمهاراته في إلقاء المحاضرات، وكرهه «للأنظمة»، ورغبته في تحقيق النفع لمواطنيه صلة وثيقة بإيمانه الساندماني. وقد كان إيمانه الأساس لمعنى وهدف وشكل حياته العلمية وغير العلمية.

وبالرغم من أن مايكل فارادي كان فريداً من نوعه في اهتمامه بالعلم، كبيراً بين أقرانه، إلا أنه كان يتشارك مع الكثير من العلماء الموهوبين في جمعه بين العلم والإيمان. ولم تكن مهمة الاستكشاف العلمي بالنسبة له أو لهم مجرد إثارة وإرضاء للذات، بل كانت مهمة إيمانية إلى حد كبير. وهذا ما يسمح لنا بفهم حياة مايكل فارادي وإنجازاته.



1791

ولادة مايكل فارادي في لندن

1804

بدء عمله لدى مجلد وبائع الكتب جي ريبو

1812

استماعه إلى محاضرة همفري ديفي في المؤسسة الملكية

1813

تعيينه بصفة مساعد في المؤسسة الملكية

1815–1813

مرافقته للسير همفري ديفي في جولة علمية عبر أوروبة

1815

ترقيته إلى مساعد ومراقب أجهزة في المؤسسة الملكية

1816–1815

تطويره لمصباح سلامة لعمال المناجم بالاشتراك مع ديفي

1821

زواجه من سارة بارنارد، انضمامه إلى الجمعية الساندمانية، إجراء أولى تجاربه حول الدوران الكهرومغنطيسي

1822-1821

اكتشافه لاثنين من كلوريدات الكربون

1824-1823

توصله إلى تنفيذ إسالة الغازات

1825

اكتشافه للبنزين والإيزوبتيلين

1829

قبوله منصب أستاذ بدوام جزئي في الأكاديمية العسكرية الملكية في ولويتش

1831

اكتشافه للتحريض الكهرومغنطيسي

1833

اكتشافه «قوانين فارادي» في التحليل الكهربائي

1836

تعيينه مستشاراً علمياً لدى ترينتي هاوس، إجراء دراسات حول الكهرباء الساكنة والعوازل

1840

تعيينه زعيماً للجمعية الساندمانية

1845

قيامه بدراسات حول الديامغنطيسية والبارامغنطيسية وكذلك حول البصريات المغنطيسية

1849

محاولته توحيد الجاذبية والكهرباء

1858

منح الملكة فكتوريا له منزلاً في قصر هامبتون

1861

استقالته من منصب كأستاذ في المؤسسة الملكية

1862

دراسته لآثار الحقول المغنطيسية على الخطوط الطيفية

1867

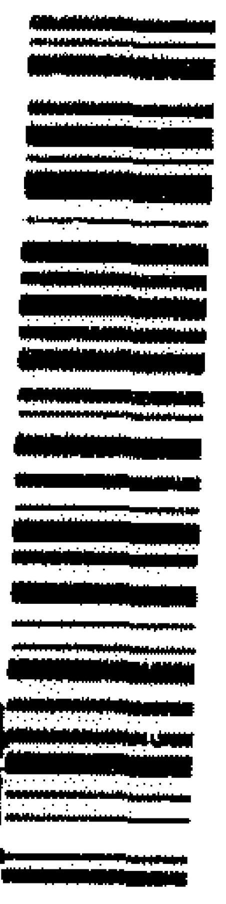
وفاته في منزله بقصر هامبتون

وصف مايكل فارادي (١٧٩١ - ١٨٦٧)، وهو ابن حداد، التعليم الذي حظي به على أنه «لا يتعدى أساسيات القراءة والكتابة والحساب في مدرسة نهارية مجانية». ومع ذلك صار أكثر علماء التجريب غزارة في الإنتاج وتعداداً في المجالات العلمية على الإطلاق. فقد اكتشف خلال العقد الأول من عمله في المؤسسة الملكية العريقة في لندن كلاً من البنزين والإيزوبيتيلين واثنين من كلوريدات الكربون. لكن ذكراه اقترنت، على الرغم من إنجازاته تلك وغيرها في الكيمياء، بأعماله في الفيزياء بصورة رئيسية. إذ أثبت في عام ١٨٣١ أن بمقدور المغنطيسية توليد تيار كهربائي، فأسس بذلك مجال الكهرومغنطيسية ومهد الطريق لاختراع الدينامو. وكان فارادي زعيماً في كنيسته إلى جانب نشاطاته العلمية المميزة، ولعب إيمانه ورغبته في تقديم النفع دوراً رئيسياً في توجيه مسيرته المهنية. وتمتع فارادي بموهبة في الخطابة أغنت المحاضرات العامة التي ألقاها حول مواضيع علمية، كما أرسى فارادي أسس تعليم العلوم لليافعين والعامة، ومازال العمل بها مستمراً حتى يومنا هذا.

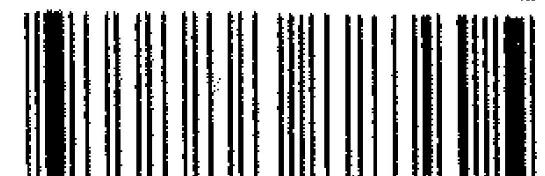
بالتعاون مع جامعة إكسفورد تقدم مكتبة العبيكان لقرائها الكرام سلسلة علماء عباقرة وتضعها في متناول أيديهم.

تجمع هذه السلسلة المصورة بين المعلومات الفنية المتخصصة وبين القصص الشخصية الجذابة لتصوير العلماء الذين كان لأعمالهم العلمية الأثر البالغ في صياغة فهمنا للعالم.

سلسلة علماء عباقرة هي سلسلة من السير العلمية الموجهة للشباب، أعدها أفضل العلماء والكُتَّاب. وتدرس كل سيرة شخصية العَالِم إلى جانب الآلية الفكرية التي قادته إلى اكتشافاته. وتجمع هذه السير التوضيحية بين المعلومات الفنية اليسيرة والقصص الشخصية المدرجة لرسم ملامح العلماء الذين أسهمت أعمالهم في تشكيل فهمنا لعالمنا.



ردمك: ٥ - ٥٧٤ - ٤٠ - ...



موضوع الكتاب: الفيزياء - تراجم

موقعنا على الإنترنت:
http:/www.obeikanbookshop.com